

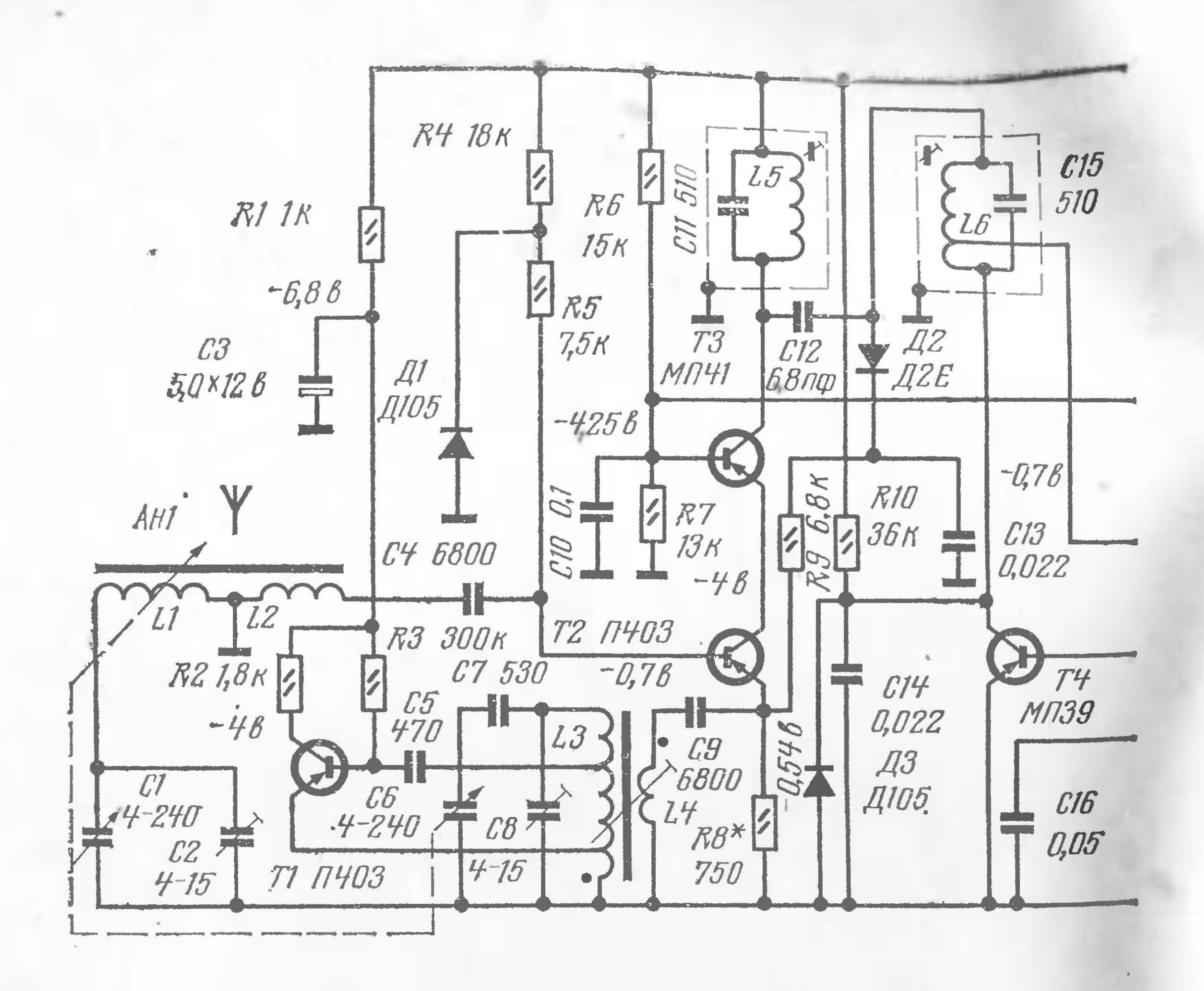
РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ

СУПЕРГЕТЕРОДИН С ПОВЫШЕННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ

В. Фролов

Одним из условий получения высокой чувствительности супергетеродинного приемника является точное сопряжение настроек входного и гетеродинного контуров. Применяемые на практике способы обеспечивают точное сопряжение лишь на двух-трех частотах рабочего диапазона. Идеальное же сопряжение, при котором разность резонансных частот входного и гетеродинного контуров постоянна во всем диапазоне, получить обычными (электрическими) способами затруднительно.

В описываемом ниже приемнике применена электромеханическая система, позволяющая получить хорошее сопряжение настроек контуров во всех точках диапазона. Это значительно увеличивает чувствительность приемника и несколько упрощает его налаживание. При-



емник рассчитан на работу в диапазоне средних волн (520—1600 кГц), промежуточная частота — 465 кГц, избирательность по соседнему каналу (при расстройке на ±10 кГц) — около 30дБ, выходная мощность — 150мВт. Питается приемник от двух батарей 3336Л, соединенных последовательно.

Принципиальная схема приемника показана на рис. 1. Входной контур образован катушкой *L1* магнитной антенны, конденсатором переменной емкости *C1* и подстроечным конденсатором *C2*. При перестройке этого контура изменяется не только емкость конденсатора *C1*, но и индуктивность катушки *L1*, чем и достигается точное сопряжение настроек во всем диапазоне.

Колебания ВЧ, выделенные контуром *L1C1C2*, через катушку связи *L2* и конденсатор *C4* подаются на базу транзистора *T2*, который совместно с транзистором *T3* работает в каскодном преобразователе частоты. Применение каскодной схемы включения транзисторов *T2* и *T3* позволило полностью включить первый контур филь-

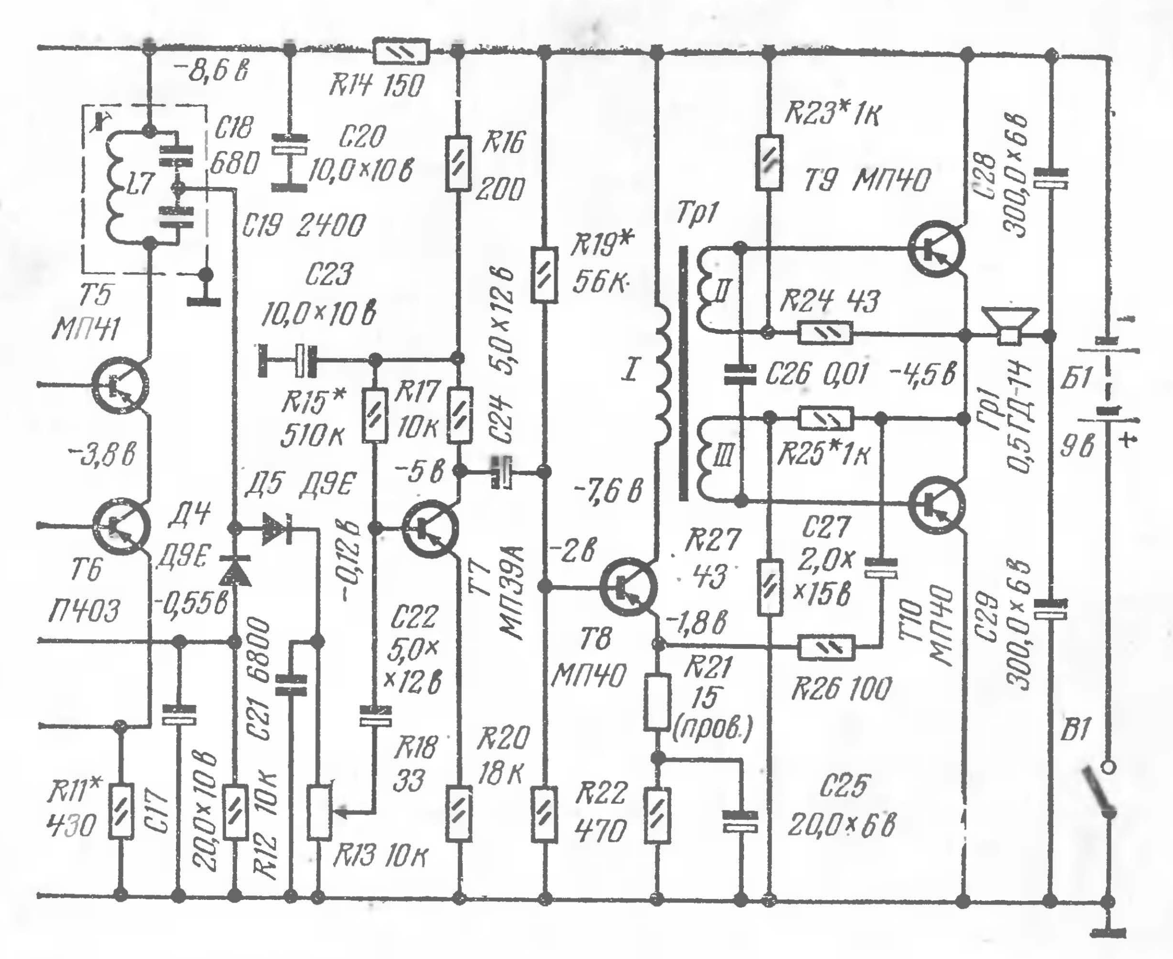


Рис. 1. Принципиальная схема приемника

тра ПЧ в коллекторную цепь транзистора *T3*. Отдельный гетеродин выполнен на транзисторе *T1* по схеме индуктивной трехточки. Колебания гетеродина через катушку связи *L4* подаются в эмиттерную цепь транзистора *T2*.

Напряжение смещения на базу транзистора *T2* снимается со стабилизатора, выполненного на диоде *Д1*, включенном в прямом направлении, и резисторе *R4*. Такой же стабилизатор применен и для питания цепи смещения транзистора *T6*, который вместе с транзистором *T5* работает в каскодном усилителе ПЧ. Базы транзисторов *T3* и *T5* подключены к делителю напряжения, состоящему из резисторов *R6* и *R7*, и заземлены по высокой частоте через конденсатор *C10*.

Колебания ПЧ с контура *L5C11* через конденсатор связи *C12* поступают на второй контур фильтра (*L6C15*), а с части его — на базу транзистора *T6*. В коллекторную цепь транзистора *T5* включен еще один контур (*L7C18C19*), настроенный на частоту 465 кГц. С час-

ти этого контура напряжение ПЧ подается на детектор, выполненный по схеме удвоения на диодах *Д4* и *Д5*.

В цепь детектора включен резистор *R12*, зашунтированный конденсатором *С17*. Падение напряжения на этом резисторе используется для автоматической регулировки усиления (АРУ). Усилитель АРУ собран на транзисторе *Т4*. Участок эмиттер—коллектор этого транзистора подключен параллельно диоду *Д3* стабилизатора напряжения смещения транзистора *Т6*. Пока напряжение на резисторе *R12* меньше 0,15—0,2 В, транзистор *Т4* закрыт и не влияет на работу усилителя ПЧ. Если же оно станет больше этой величины, транзистор *Т4* откроется и зашунтирует диод *Д3*. В результате напряжение смещения на базе транзистора *Т6* уменьшится (и тем больше, чем выше уровень сигнала на входе приемника), а коэффициент усиления каскада упадет. При очень большом сигнале на входе напряжение смещения транзистора *Т6* может уменьшиться настолько, что он почти закроется на все время, пока конденсатор *С17* не разрядится через резистор *R12* и эмиттерный переход транзистора *Т4*. По мере разряда конденсатора сопротивление участка эмиттер—коллектор транзистора *Т4* возрастает, усиление каскада на транзисторах *Т5, Т6* увеличивается, а это вновь приведет к закрыванию транзистора *Т6*. Другими словами, если не принять специальных мер, в цепи АРУ возникнут релаксационные колебания, и работа приемника будет нарушена. Для устранения этого явления служит диод *Д2*. При большом сигнале на входе приемника он открывается и шунтирует контур *L6C15*, ослабляя тем самым сигнал на входе усилителя ПЧ.

Резистор *R9* ограничивает ток через диод *Д2*, а вместе с конденсатором *С13* образует развязывающий фильтр для колебаний гетеродина.

Нагрузкой детектора по низкой частоте служит переменный резистор *R13* — регулятор громкости. С его движка напряжение НЧ подается на базу транзистора *Т7*, работающего в первом каскаде усилителя НЧ. Второй каскад усилителя собран на транзисторе *Т8*. В его коллекторную цепь включен согласующий трансформатор *Тр1*, со вторичных обмоток которого усиленные противофазные напряжения НЧ подаются на базы транзисторов *Т9* и *Т10* оконечного каскада. Усилитель охвачен цепью отрицательной обратной связи, напряжение которой снимается с его выхода и подается в цепь эмиттера транзистора *Т8*. Отрицательными обратными связями по току охвачены и оба каскада предварительного усиления (резисторы *R18* и *R21* в эмиттерных цепях транзисторов *Т7* и *Т8*).

Оконечный каскад нагружен на громкоговоритель *Гр1*. Для повышения устойчивости работы приемника отдельные его каскады питаются через развязывающие фильтры (*R1C3, R14C20, R16C23*).

Конструкция и детали. Устройство механизма сопряжения настроек показано на рис. 2. Ферритовый стержень *27* магнитной антенны закреплен с помощью кронштейнов *18* на горизонтальной панели приемника *36*. Вместе с кронштейном *13* они служат также и направляющими для штока *28*, на правом (по рисунку) конце которого с помощью держателя *25* закреплена катушка магнитной антенны *23*. Катушка связи *26* намотана на отдельном каркасе и помещена на стержне *27* между кронштейнами *18*. На противоположном конце штока *28* закреплен миниатюрный шариковый подшипник *29*. Под действием пружины *15* подшипник всегда прижат к профилированной поверхности кулачка сопряжения *9*. Последний с помощью винтов *10* закреплен на шкиве *30* шкального устройства, который, в свою очередь, установлен на оси *11* блока КПЕ *31*. При повороте оси *11* изменяется емкость секций блока КПЕ и положение штока *28*, а следовательно, и катушки *23*. Профиль кулачка *9* подобран при настройке так, чтобы во всем диапазоне сопряжение настроек входного и гетеродинного контуров было как можно более точным.

Чертежи основных деталей механизма приведены на рис. 3.

В приемнике применен самодельный сдвоенный блок КПЕ с воздушным диэлектриком. С не меньшим успехом можно использовать и фабричный блок, но он обязательно должен быть с воздушным диэлектриком (например, от транзисторных приемников «Банга», «Меридиан», «Соната» и т. п.). КПЕ с твердым пленочным диэлектриком обладают плохой повторяемостью емкости, поэтому их нельзя применять в системе электромеханического сопряжения настроек.

Ферритовый стержень магнитной антенны — марки

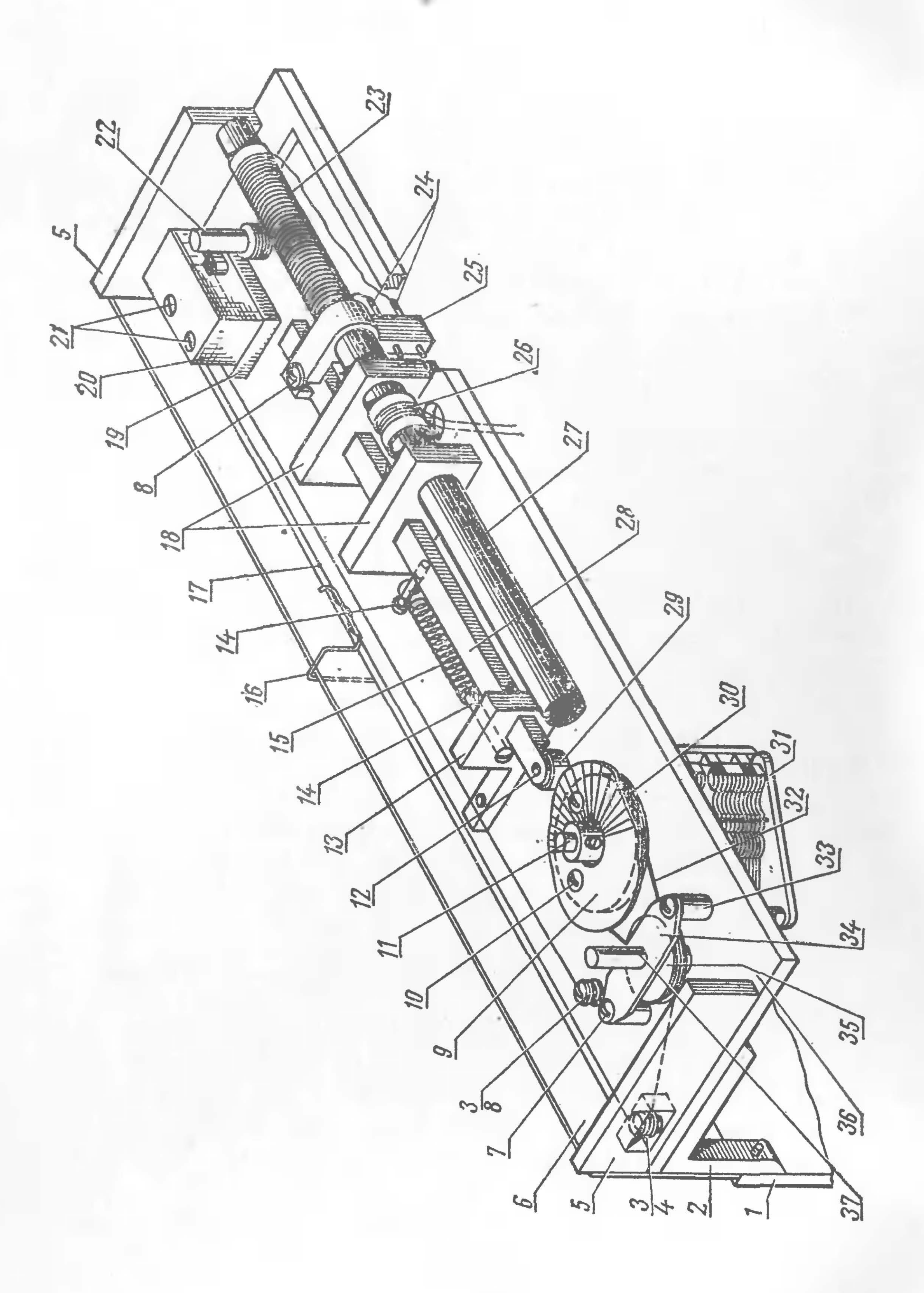


Рис. 2. Устройство механизма сопряжения: *1* — панель вертикальная, гетинакс толщиной 3 мм; *2* — угольник Д16-Т, 2 шт.; *3* — ролик, 3 шт. (один с отверстием диаметром 2,1 мм); *4*—штифт ∅ 1,5×8 мм, 2 шт.; *5* — кронштейны шкального устройства, 2 шт.; *6* — подшкальник, гетинакс толщиной 0,5 мм; *7* — винт М2 × 10, 2 шт.; *8* — винт М2×8, 2 шт.; *9* — кулачок, бронза толщиной 0,3 мм; *10* — винт М2×5, 4 шт.; *11* — ось КПЕ; *12* — винт М2×4 (с потайной головкой); *13* — кронштейн малый; *14* — заклепка ∅ 1,5×10 мм, 2 шт.; *15* — пружина, проволока стальная класса II диаметром 0,2 мм, 25 рабочих витков; *16* — указатель настройки, проволока медная диаметром 0,5 мм; *17* — тросик шкального устройства, леска капроновая диаметром 0,2 мм; *18* — кронштейны, 2 шт.; *19* — прокладка, стекло органическое толщиной 4 мм; *20* — микропереключатель МП-3; *21* — винты М2×15 (с потайной головкой), 2 шт.; *22* — переменный резистор СПО — 0,5 (R13); *23* — катушка магнитной антенны *L1*); *24* — контакты, проволока медная диаметром 1,1 мм, 2 шт., запрессовать в дет. *25*; *25* — держатель катушки; *26* — катушка связи (*L2*); *27* — стержень ферритовый марки 600НН, закрепить в отверстиях кронштейнов *18* двумя винтами *10; 28* — шток; *29* — подшипник шариковый 2 000 083 (7×3×2,5 мм), закрепить на дет. *28* винтом *12; 30* — шкив верньерного устройства; *31* — блок КПЕ; *32* — тросик верньерного устройства, леска капроновая диаметром 0,2 мм; *33* — стойка, 2 шт.; *34* — планка; *35* — шкив верньерно-шкального устройства; *36* — панель горизонтальная, гетинакс толщиной 3 мм; *37* — валик настройки, 4×13, «серебрянка» диаметром 3 мм, запрессовать в дет. 35. Кронштейны 5, 13 и 18 закрепить на панели 36 винтами М2×6 с потайной головкой

600НН или 400НН диаметром 8 и длиной 130 мм, по возможности неискривленный (иначе будет трудно обеспечить плавное перемещение катушки по нему). Катушку *L1* наматывают на каркасе, склеенном из нескольких слоев кабельной бумаги толщиной 0,1 мм. Внутренний диаметр каркаса должен быть на 0,3—0,5 мм больше диаметра ферритового стержня. Катушка *L1* содержит 70 витков провода ЛЭШО 7 × 0,07, намотанных в один слой, виток к витку (длина намотки 27 мм). Катушка связи *L2* намотана на отдельном бумажном каркасе и содержит 5 витков провода ПЭВ-2 0,22.

Катушки гетеродина *L3* и *L4* (рис. 1) намотаны на унифицированном четырехсекционном полистироловом каркасе и снабжены подстроечным ферритовым сердечником (600НН) диаметром 2,8 и длиной 11 мм. В трех верхних секциях каркаса размещена катушка *L3* (36 + + 36 + 22 витка провода ПЭВ = 2 0,18, отводы от 7 и

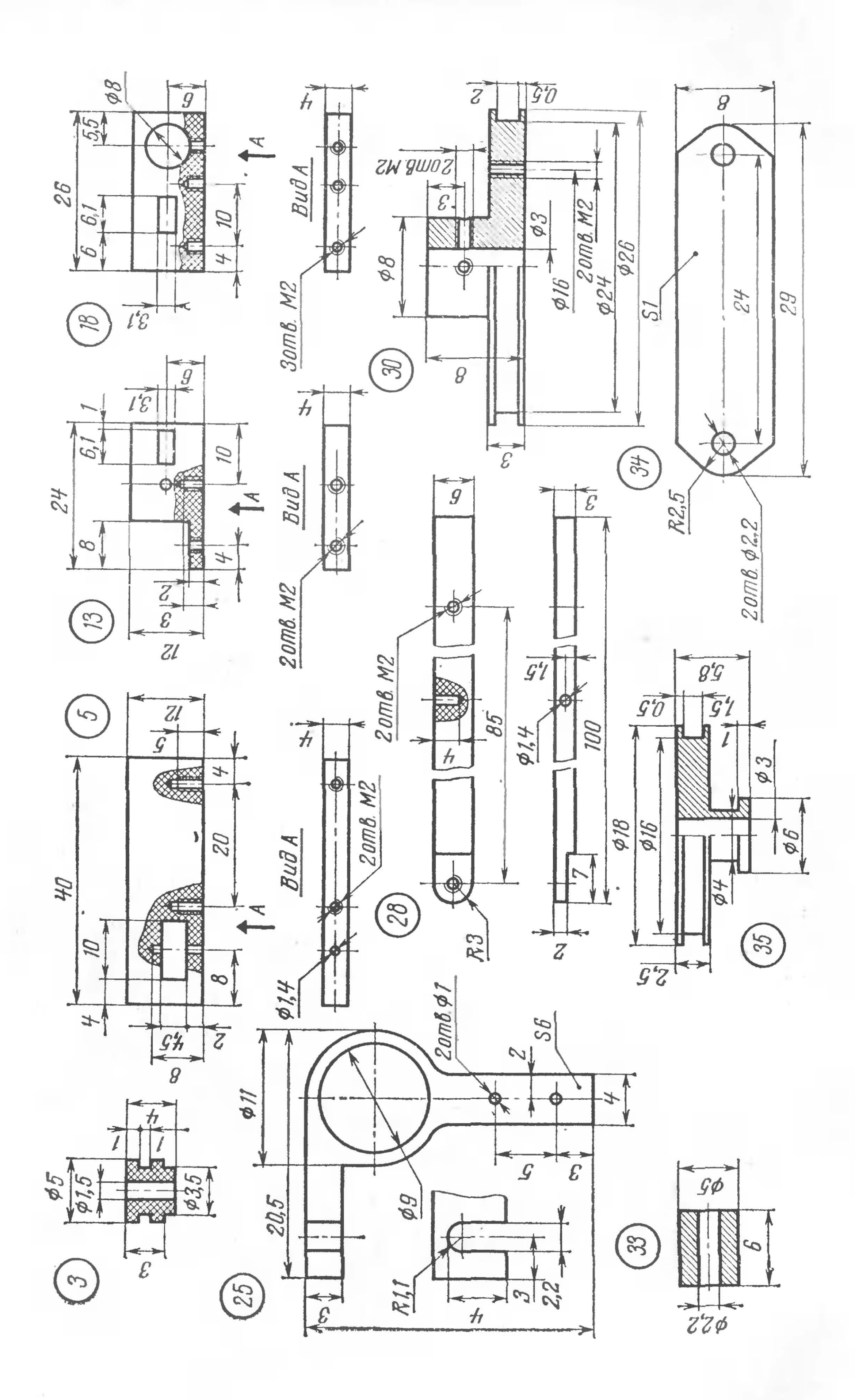


Рис. 3. Детали механизма сопряжения: *3* — ролик; *5* — кронштейн шкального устройства; *13* — кронштейн малый; *18* — кронштейн; *25* — держатель катушки; *28* — шток, гетинакс; *30* — шкив верньерного устройства; *33* — стойка; *34* — планка, ЛС59-1; *35* — шкив. Материал дет. *3, 5, 13, 18* и *25* — стекло органическое; *30, 33, 35* — дюралюминий Д16-Т

22-го витков), в нижней — катушка *L4* (15 витков того же провода). Намотку катушки *L3* начинают с верхней секции. С общим проводом приемника соединяют ее начало и конец катушки *L4*.

Катушки *L5—L7* фильтра ПЧ намотаны на стандартных трехсекционных каркасах и помещены в ферритовые (600НН) чашки диаметром 8,6 мм. Подстроечные сердечники — такие же, как и у катушки *L3*. Катушки *L5—L7* содержат по 99 (33 + 33 + 33) витков провода ЛЭ 5 × 0,06. Отвод у катушки *L6* от 10-го витка. Вместе с соответствующими конденсаторами (*C11, C15, C18* и *C19*) они помещены в алюминиевые экраны (уменьшенные по высоте экраны контуров К—9—1 от телевизора «Рубин»). Можно использовать подходящие катушки и от фильтров ПЧ транзисторных приемников, важно лишь, чтобы их добротность была не ниже 100.

Согласующий трансформатор *Тр1* выполнен на пермаллоевом сердечнике из пластин *Ш8,* толщина набора 8 мм. Обмотка *I* содержит 1800, обмотки *II* и *III* — по 400 витков провода ПЭВ-1 0,1.

В приемнике использованы электролитические конденсаторы чехословацкой фирмы «Tesla» (можно заменить отечественными К50-6, К50-3, и т. п.), постоянные резисторы УЛМ-0,12 (ВС-0,125, МЛТ-0,25), переменный резистор (*R13*) СПО-0,5, микропереключатель МП-3 (*B1*). Громкоговоритель *Гр1* — 0,5 ГД-14 со звуковой катушкой сопротивлением 28 Ом. Транзисторы имеют следующие величины статических коэффициентов передачи тока $B_{ст}$: 110 (*T2*), 85 (*T1*), 60 (*T5* и *T6*), 50 (*T7* и *T8*) и 45 (все остальные).

Диоды Д105 (*Д1, Д3*) можно заменить кремниевыми диодами Д101—Д106, диоды Д9Е — любыми точечными германиевыми.

Детали приемника смонтированы на трех печатных платах. На первой из них собран каскад гетеродина, на второй — преобразователь частоты, усилитель ПЧ, де-

тектор и усилитель АРУ (на этой же плате размещены и конденсаторы *C28, C29*), на третьей — усилитель НЧ. С помощью угольников платы закреплены на вертикальной панели приемника. На ней же установлены громкоговоритель *Гр1* и держатель батареи с контактной планкой. Выключатель питания *В1* и переменный резистор *R13* размещены на верхней панели. Управление работой микропереключателя осуществляется втулкой ручки регулятора громкости. По образующей втулки пропилен паз, в который входит кнопка микропереключателя. В этом положении приемник выключен. При повороте ручки кнопка микропереключателя выходит из паза на втулке и одновременно утапливается, в результате чего он срабатывает, и цепь питания замыкается.

Между собой вертикальная и горизонтальная панели соединены с помощью винтов и двух угольников. Корпус приемника изготовлен из цветного органического стекла толщиной 5 мм, его внешние размеры — 210 × 120 × 60 мм. Отдельные детали корпуса склеены дихлорэтановым клеем. Шкала изготовлена методом гравировки с внутренней стороны. Ручка для переноски закреплена на боковых стенках корпуса с помощью винтов М6 × 6 с полированными головками. Внешний вид приемника показан на рис. 4, вид на его монтаж — на рис. 5.

Налаживание радиоприемника начинают с проверки режимов транзисторов по постоянному току, которые должны соответствовать указанным на схеме. Для измерений следует использовать вольтметр с относительным входным сопротивлением не менее 100 кОм/В. При необходимости подбирают резисторы *R15, R19, R23* и *R25*, добиваясь необходимых напряжений на электродах транзисторов *Т7—Т10*. Режим работы транзисторов *Т2, Т3, Т5* и *Т6* устанавливается автоматически, поэтому в налаживании каскады преобразователя частоты и усилителя ПЧ не нуждаются.

Фильтры ПЧ настраивают на частоту 465 кГц обычным способом с помощью генератора стандартных сигналов или фабричного радиоприемника.

Сопряжение настроек входного и гетеродинного контуров проводят в два этапа. Вначале их сопрягают обычным способом, изменяя индуктивность катушек *L1* и *L3*, емкость подстроечных конденсаторов *C2* и *C8* и

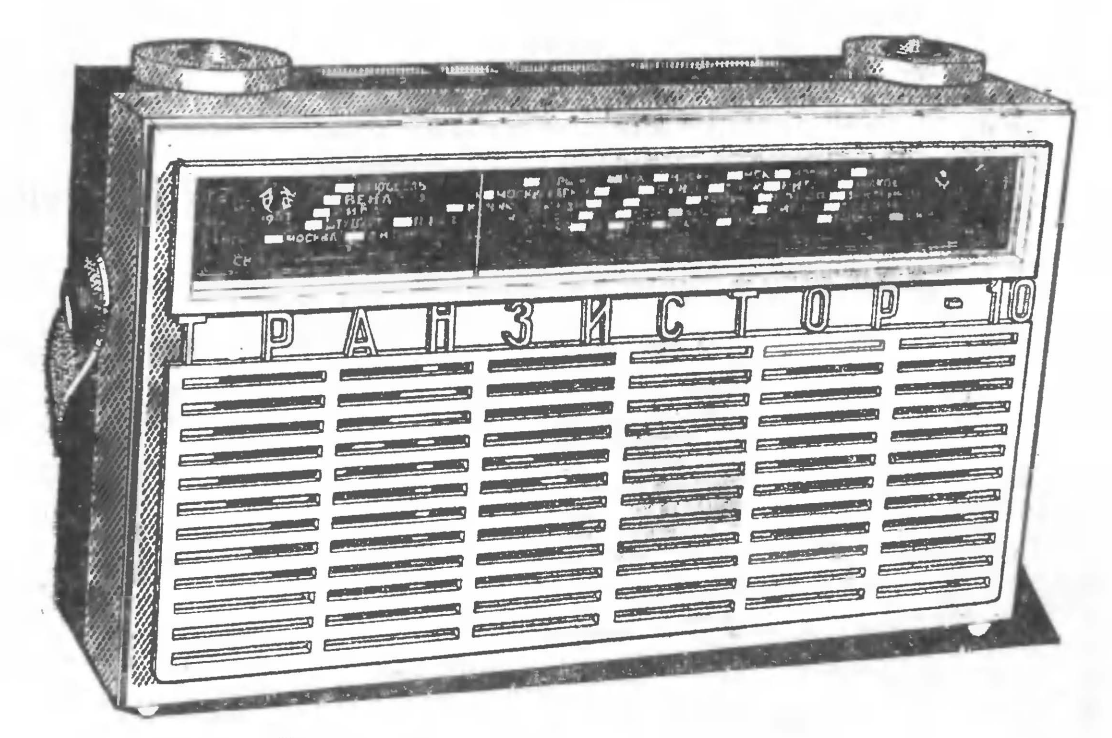


Рис. 4. Внешний вид приемника

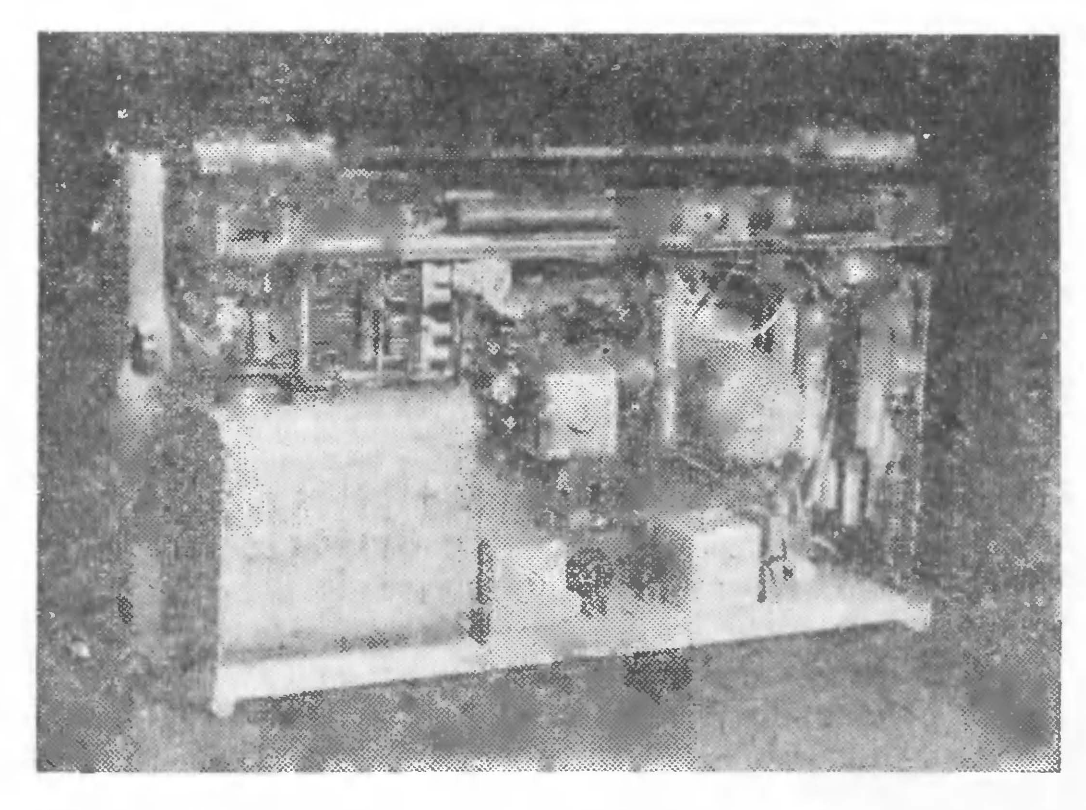


Рис. 5. Вид на монтаж приемника (задняя стенка снята)

подбирая сопрягающий конденсатор *C7*. Цель этого предварительного этапа — добиться того, чтобы в любой точке диапазона можно было получить точное сопряжение настроек только изменением (в небольших пределах) положения катушки *L1* на ферритовом стержне. Затем на шкиве 30 (рис. 2) закрепляют заготовку кулачка *9* (диск диаметром 35—37 мм). При этом шток *28* с подшипником *29* должен свободно перемещаться над поверхностью заготовки. Перед установкой на шкиве заготовку размечают радиальными линиями с углом охвата 180°—190°. Следует отметить, что, чем больше таких линий проведено в пределах указанного угла, тем точнее удастся определить профиль сопрягающего кулачка.

Окончательную настройку ведут с помощью генератора стандартных сигналов или (в вечернее время) по сигналам радиовещательных станций. Последовательно устанавливая роторы КПЕ в положения, соответствующие совпадению продольной оси штока *28* и очередной радиальной линии на заготовке, перемещают шток с катушкой *23* (*L1*), добиваясь максимального уровня сигнала на соответствующей частоте, и делают на радиальной линии риску, касательную к окружности внешнего кольца подшипника *29*. Проделав такие операции в возможно большем числе точек диапазона, заготовку кулачка снимают, и точки, получившиеся в местах пересечения радиальных линий и касательных, соединяют плавной кривой. По этому контуру заготовку обрабатывают вначале напильником, затем мелкой наждачной шкуркой. Готовый кулачок вновь закрепляют на шкиве *30*, но теперь между ними прокладывают по две-три шайбы с таким расчетом, чтобы кулачок соприкасался с внешним кольцом подшипника *29*, как показано на рис. 2. После этого проверяют качество сопряжения настроек. Положение катушки магнитной антенны на ферритовом стержне, например при случайном смещении его, можно скорректировать перемещением держателя *25* относительно штока *28* при вывинченном примерно на пол-оборота винте *8*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. И. Фелистак. «Правильно ли настроен приемник»?, «Энергия», 1965, МРБ, вып. 572.

2. В. Фролов. «Повышение чувствительности супергетеродинного приемника», «Радио», 1967, стр. 56.
3. Е. Гумеля. «Транзисторный приемник», «Радио», 1965, № 6, стр. 37—39.

ДИСКОВЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ

И. Глузман

Для коммутации цепей в радиотехнических устройствах широко применяют стандартные переключатели галетного типа, набранные из одной и более плат, в зависимости от количества одновременно коммутируемых цепей.

Однако при использовании таких переключателей в высокочастотных цепях нежелательное влияние оказывают их большая собственная емкость и индуктивность, а также соединительные провода. Эти недостатки галетных переключателей, в частности, приводят к тому, что суммарная емкость монтажа на высоких частотах становится соизмеримой с емкостью контурного конденсатора настройки и, складываясь с последней в начале и конце диапазона, значительно уменьшает перекрытие по емкости и частоте, а длинные проводники могут стать причиной паразитных электрических связей.

Можно показать, что снижение суммарной емкости с 15 до 5 пФ при контурном конденсаторе переменной емкости 5—80 пФ дает увеличение коэффициента перекрытия по частоте на 37%.

Уменьшение емкости монтажа достигается применением переключателей специальных конструкций, например, барабанных или дисковых. Ниже приводится описание несложного в изготовлении одноплатного дискового переключателя на 8 положений, изготавливаемого на базе обычного галетного.

Принципиально дисковый переключатель отличается от галетного тем, что в нем имеется одна или несколько подвижных плат-дисков из изоляционного материала, на которых размещены высокочастотные катушки с относящимися непосредственно к ним конденсаторами и резисторами. По контуру диска равномерно расположены контакты, к которым припаяны выводы соответствующих катушек. Диск с катушками поворачивается при помощи механической системы, имеющей фиксатор

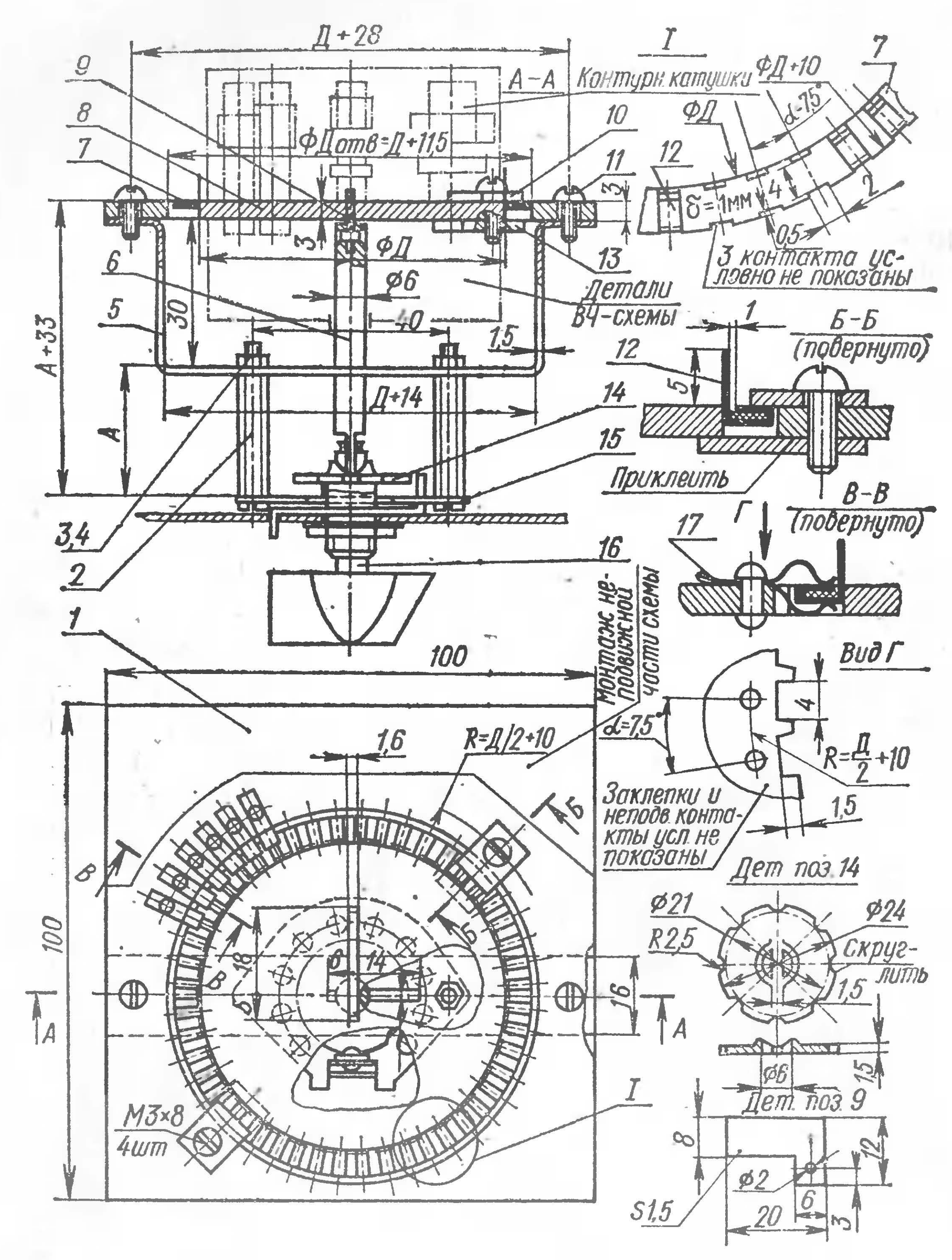


Рис. 1. Дисковый переключатель в сборе и его детали: *1* — неподвижная плата, органическое стекло, 1 шт.; *2* — втулка, сталь, 2 шт.; *3, 4* — шпилька, гайки М3, в компл.; *5* — скоба, сталь, 1 шт.; *6* — стержень, сталь, 1 шт.; *7* — контактное кольцо, гетинакс, 1 шт.; *8* — поворотный диск, органическое стекло, 1 шт.; *9* — поводок, сталь, 1 шт.; *10* — планка съемная, органическое стекло, 1 шт.; *11* — болт М3×8, 4 шт.; *12* — контакт, бронза, 2×0,3 мм, 48 шт.; *13* — планка, органическое стекло, 2 шт.; *14* — диск фиксатора, сталь, 1 шт.; *15*, *16* — детали галетного переключателя; *17* — неподвижный контакт, латунь, 6 шт.

положений. На неподвижной плате переключателя находятся неподвижные контакты, посредством которых осуществляются необходимые соединения.

При включении того или иного диапазона все неиспользуемые катушки отсоединяются и перемещаются на некоторое расстояние от неподвижных контактов (значительно большее, чем в галетном переключателе). Катушки же включенного диапазона оказываются в непосредственной близости от активных элементов, за счет чего и уменьшаются паразитные емкости и индуктивности соединительных проводов.

На рис. 1 показано устройство переключателя. Неподвижная плата *1* из гетинакса или оргстекла укрепляется на металлической скобе *5*. Последняя, в свою очередь, при помощи шпилек и втулок (*2, 3, 4*) присоединяется к механическому поворотно-фиксирующему устройству, в качестве которого используется механическая система стандартного галетного переключателя *15*.

На оси *16* устанавливается диск фиксатора *14* и стержень *6* с поводком *9*. Стержень проходит через направляющее отверстие в скобе *5*.

В неподвижной плате переключателя *1* имеется отверстие, в плоскости которого при помощи ограничительных планок *10, 13* размещается поворотный диск *8* с контактами. Диск имеет возможность свободно вращаться в этом отверстии.

На диске смонтированы все элементы колебательных контуров, кроме конденсатора настройки. В центре диска имеется прорезь, куда входит с минимальным зазором поводок *9*. Для его установки при сборке переключателя в скобе *5* вырезано отверстие. При помощи стержня с поводком осуществляется поворот диска при переключениях.

Группа неподвижных контактов размещена на плате *1* в том месте, где предполагается установить остальные детали устройства, в частности, конденсатор настройки. Крепление неподвижных контактов и их положение при контактировании с подвижными показано на разрезе В—В.

Поскольку важнейшим условием хорошей работы переключателя является обеспечение совпадения подвижных контактов с неподвижными во всех положениях, в

рассматриваемой конструкции принято следующее выполнение поворотного диска.

Диск состоит из двух основных частей: основания (оргстекло толщиной 3 мм) диаметром Д мм и контактного кольца (гетинакс толщиной 1,5 мм). Кольцо имеет фиксирующие пазы на наружной и внутренней кромке, в которые на клею закладываются контакты (см. сечение Б—Б; узел 1). Контактное кольцо плотно насаживается на основание диска.

Такая конструкция позволяет упростить сборку и доводку переключателя. После нахождения оптимального положения контактного кольца относительно основания оно скрепляется с последним клеем БФ-2.

Механическая часть галетного переключателя, используемая в качестве поворотного и фиксирующего устройства, подвергается переделке. Во-первых, удаляются из паза оси плоский стержень и диск фиксатора. Затем из полосы твердой стали толщиной 1,2—1,5 мм выпиливают новый фиксирующий диск с числом углублений, равным числу положений изготавливаемого переключателя. В описываемой конструкции оно равно 8. Углубления размещают равномерно по всей окружности диска. Ограничитель вращения в данной конструкции не предусматривается. Форма углублений, наружные размеры нового диска и размеры центральных отверстий сохраняются такими же, как у старого. Крепится диск на оси тем же способом, как и до переделки.

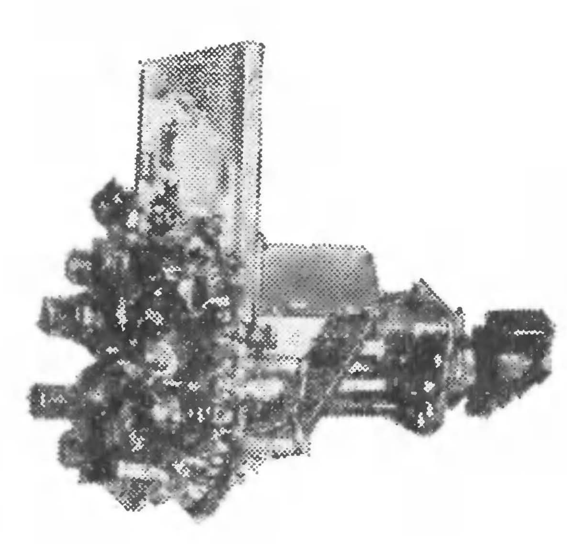


Рис. 2. Внешний вид переключателя

Из стального прутка диаметром 16 мм изготавливают стержень и укрепляют в прорези оси переключателя, расклепывая боковые кромки.

Поводок *9* вырубают из листовой стали толщиной 1,2—1,5 мм и укрепляют в прорези стержня стальной заклепкой с потайными головками.

При изготовлении переключателя особо тщательно следует выполнить разметку контактного кольца и диска фиксатора.

В качестве неподвижных используют контакты от стандартного переключателя, которые несколько подгибают и укрепляют на плате *1* латунными пистонами (см. сечение В—В) или заклепками.

На контактном кольце устанавливают подвижные контакты размерами 15 × 2 мм, которые вырезают из полосок латуни толщиной 02—03 мм. Полоски желательно посеребрить.

Сборку переключателя начинают с установки скобы *5* на механической части, использованной от галетного переключателя. На плате монтируют неподвижные контакты. Затем плата *1* с помощью двух болтов соединяется со скобой *5*. В отверстие платы закладывают поворотный диск с насаженным на него предварительно контактным кольцом. При этом поводок должен войти в паз основания диска. Провернув несколько раз ось переключателя на 360°, добиваются правильной установки платы *1* на скобе *5* и окончательно закрепляют ее болтами.

Затем проверяется качество контактов поворотного диска с неподвижными контактами во всех положениях. Путем поворота контактного кольца относительно основания добиваются оптимального положения и закрепляют кольцо на основании клеем БФ-2.

Поворотный диск фиксируют на плате *1* при помощи накладок *10* и болтиков М3 после окончания монтажа высокочастотных катушек и относящихся к ним деталей.

При изготовлении и сборке следует свести до минимума все люфты: в прорези поворотного диска, в отверстии для шарика фиксатора, между шариком и выемкой на фиксирующем диске.

На плате *8* можно укрепить алюминиевый колпачок, служащий экраном для всего блока.

В заключение следует сказать, что в зависимости от конкретных условий переключатель описанной конструкции может быть выполнен и на другое число положений, при этом высота и диаметр переключателя могут быть изменены с учетом габаритов изготавливаемого прибора.

Внешний вид переключателя показан на рис. 2.

МАЛОГАБАРИТНЫЙ ТЕЛЕВИЗОР «ИНТЕГРАЛ»

В. Канунников, К. Самойликов

Использование гибридных интегральных микросхем в радиолюбительских конструкциях значительно облегчает монтаж и налаживание самодельной аппаратуры. Применение уже готовых и не требующих настройки каскадов позволяет даже малоопытному конструктору успешно собирать достаточно сложные устройства, которые на дискретных элементах выполнить было бы затруднительно.

Основная задача радиолюбителя в этом случае будет сводиться к разумному расположению микросхем на общей плате и правильному соединению их выводов. Из тех гибридных интегральных микросхем, что были опубликованы («Радио», №№ 3, 4 за 1972 г.), можно построить целый ряд радиолюбительских конструкций. Сюда можно отнести: карманные всеволновые и настольные радиоприемники с ЧМ-диапазоном; компактные и надежные коротковолновые конвертеры, трехпрограммный трансляционный громкоговоритель; предварительные усилители НЧ; переговорные устройства, слуховые аппараты; усилители постоянного тока для измерительной и медицинской аппаратуры; всевозможные датчики для народного хозяйства и др.

Основное назначение телевизионных микросхем — сборка весьма компактных и надежных узлов и блоков приемно-усилительного тракта телевизоров всех классов черно-белого и цветного изображения.

Ниже предлагается описание малогабаритного телевизора «Интеграл» на кинескопе 16ЛК1Б. Любительский телевизор «Интеграл» — первая конструкция, где были применены гибридно-интегральные микросхемы серии К224. Телевизор получил II приз на 25-й Всесоюзной выставке творчества радиолюбителей-конструкторов ДОСААФ в 1971 году, а в 1972 году, после экспонирования на ВДНХ,— был удостоен серебряной медали ВДНХ.

Основные технические характеристики телевизора «Интеграл»

1.	Количество каналов	— 13
2.	Чувствительность не хуже	— 50 мкВ
3.	Четкость (разрешающая способность)	— 400 линий
4.	Количество градаций не менее	— 6
5.	Выходная мощность звукового канала	— 0,1 Вт
6.	Потребляемая мощность от сети	— 9 Вт
7.	Потребляемая мощность от батарейного источника	— 4,5 Вт
8.	Напряжение питания	— 11В
9.	Размер изображения	— 125 × 105 мм
10.	Общие наружные размеры	— 170 × 145 × × 125 мм
11.	Вес телевизора с блоком питания	— 2,7 кг
12.	Вес батарейного источника питания	— 0,6 кг

В телевизоре «Интеграл» использовано 6 интегральных гибридных микросхем серии К224, одна микросхема 1ММ6.0, четыре самодельных модуля (в каждом из которых установлено по 7 транзисторов), 16 транзисторов и 21 полупроводниковый диод. В телевизоре установлен заводской транзисторный селектор каналов (СКМ) от телевизора «Юность». Для приема V Московской программы на ДЦВ (33 канал) используется самодельный конвертер.

Компактное расположение монтажных плат, применение гибридных интегральных микросхем позволили при наличии встроенного блока универсального питания создать конструкцию телевизора, не превышающую по своим размерам промышленный телевизор «Электрони-

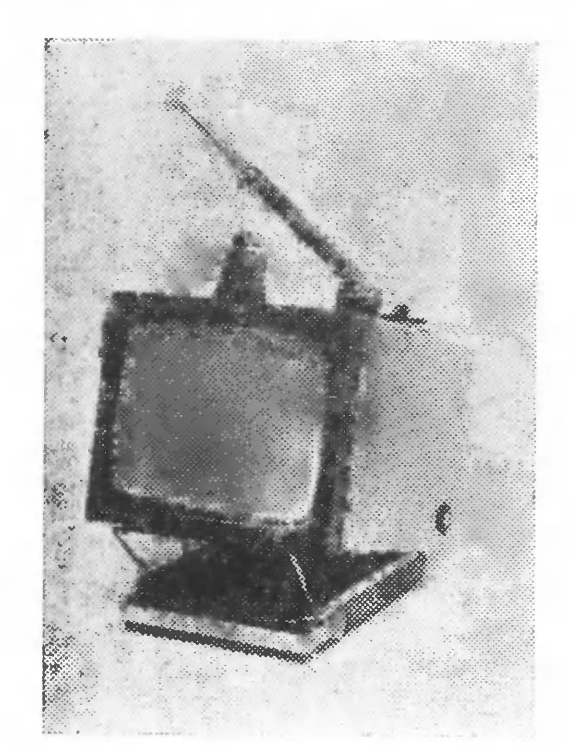


Рис. 1. Внешний вид телевизора.

ка ВЛ-100». Блочная конструкция телевизора создает определенные удобства при налаживании, настройке и ремонте. Внешний вид телевизора изображен на рис. 1.

Рассмотрим поблочно схему и конструкцию телевизора «Интеграл». Принципиальная схема дециметровой приставки и схема ее соединения с блоком СКМ от «Юности» приведена на рис. 2. Как видно из схемы, приставка представляет собой обычный преобразователь, выполненный по совмещенной схеме на транзисторе *T1*. Индуктивности входного и гетеродинного контуров (*L1, L1а, L1б, L1в*) выполнены в виде отрезков линий. Нагрузкой смесителя служит входная цепь блока СКМ.

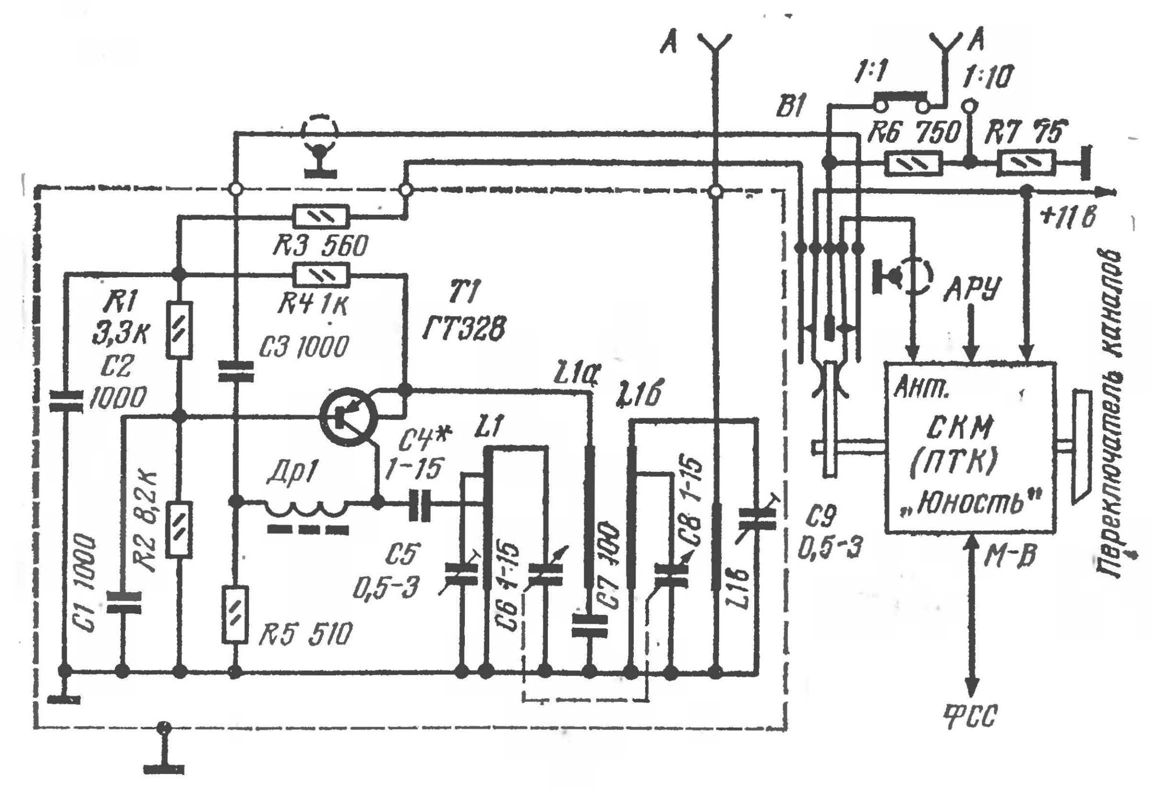


Рис. 2. Блок СКДМ

Подключение дециметрового конвертера происходит автоматически при переходе на 5-й канал. Для этого на общей оси переключателя каналов в СКМ имеется дополнительный переключатель *B1*, посредством которого на конвертер подается питание и выход конвертера подсоединяется ко входу селектора каналов.

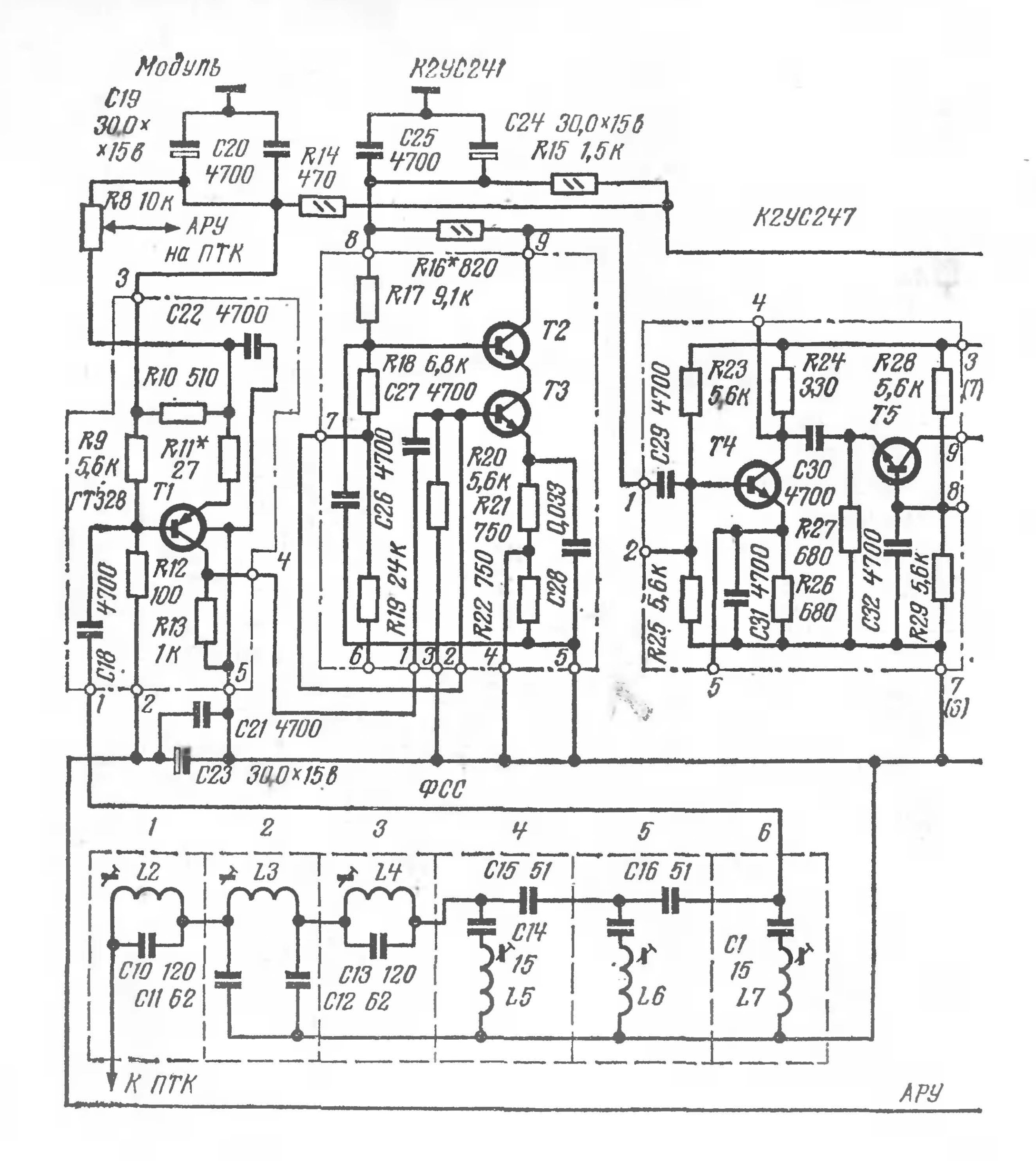
Сигнал с дециметрового конвертера или с основной антенны телевизора поступает на вход СКМ и там преобразуется из высокочастотного в сигнал стандартной промежуточной частоты, который далее подается на вход УПЧИ. Принципиальная схема УПЧИ изображена на рис. 3. Сигнал с СКМ поступает на фильтр сосредоточенной селекции (ФСС), данные которого приведены в журнале «Радио» за 1971 г., № 3, стр. 24—26. После фильтра сигнал подается на вход первого каскада УПЧИ. Этот каскад выполнен на транзисторе ГТ328 (*T1*) с удлиненной характеристикой, специально рассчитанной для работы АРУ. Использование такого транзистора не создает искажений сигнала и частотной характеристики тракта, сформированной в ФСС.

При желании в качестве регулируемого каскада УПЧИ можно применить готовую микросхему типа К2УС246 (рис. 4), предназначенную для работы в системах АРУ. В этом случае регулировка усиления осуществляется по известной схеме «разветвления токов». Однако эксперимент показал, что УПЧИ с таким каскадом на К2УС246 будет обладать небольшим входным динамическим диапазоном. Это приведет к возможным искажениям видеосигнала в условиях ближнего телевизионного приема.

После регулируемого каскада на транзисторе *T1* (рис. 3) сигнал поступает на вход усилителя, собранного по схеме каскодного усилителя с последовательным питанием на микросхеме К2УС241 с активной нагрузкой в виде резистора *R16*.

Следующий каскад УПЧИ выполнен на микросхеме К2УС247 по каскодной схеме с параллельным питанием. В качестве нагрузки выходного каскада, используется полосовой фильтр со слабой связью между катушками *L8* и *L9*. После фильтра сигнал поступает на видеодетектор, собранный на диоде *Д1*.

Первый каскад видеоусилителя выполнен на универсальной микросхеме К2УС249, которая используется как



эмиттерный повторитель. Выходной каскад видеоусилителя собран на транзисторе КТ601 (*Т7*) по обычной схеме, с коррекцией видеосигнала в коллекторной цепи.

Такая схема УПЧИ позволила получить на нагрузке видеодетектора амплитуду полезного видеосигнала порядка 0,8 В, что вполне достаточно для кинескопа 16ЛК1Б.

Усилитель промежуточной частоты изображения можно собрать и по схеме, изображенной на рис. 5.

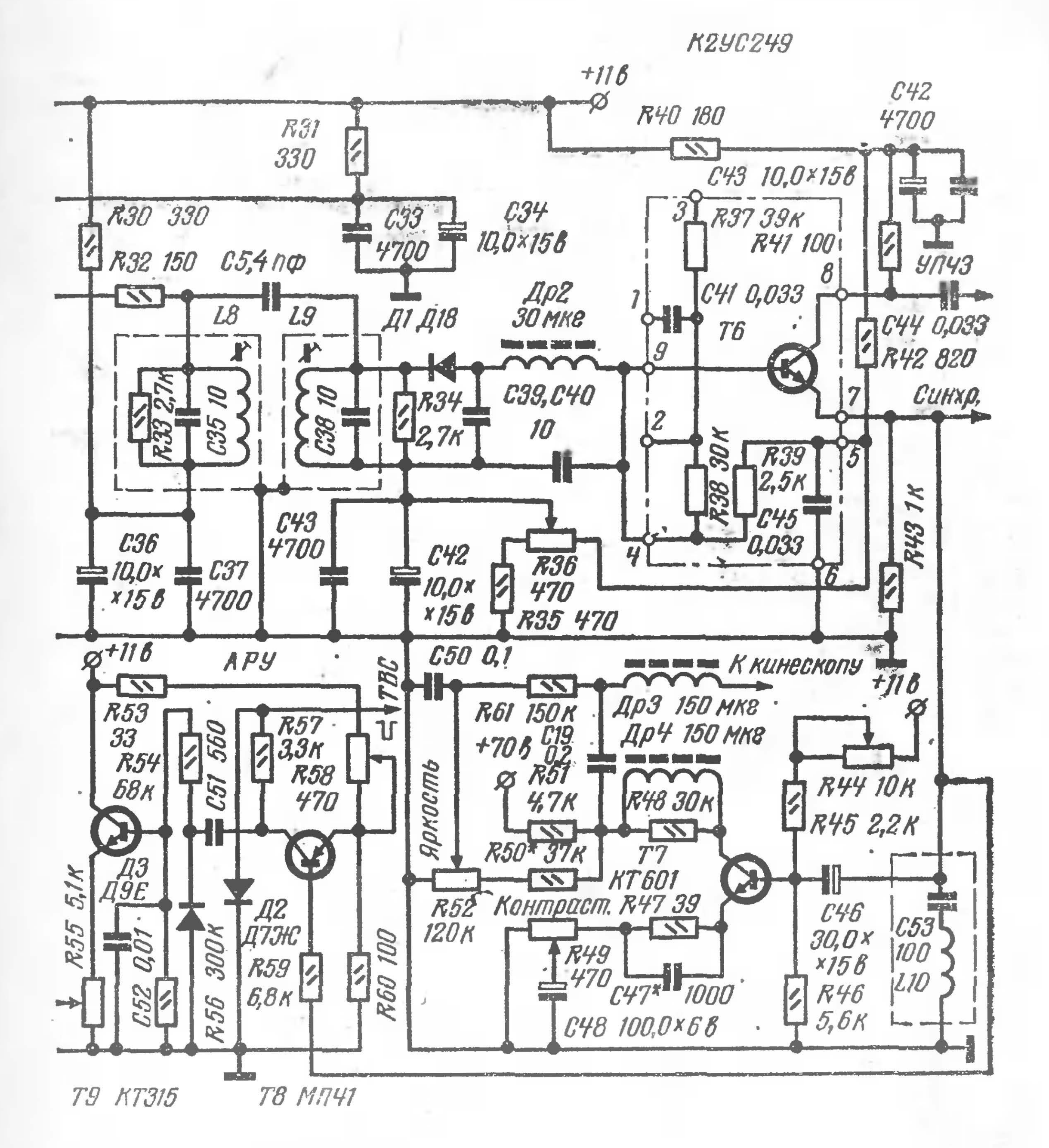


Рис. 3. Тракт изображения и АРУ

Такой УПЧИ выполнен необычно, всего на одной микросхеме типа К2УС248, предназначенной для УПЧЗ. Из схемы видно, что регулируемый каскад, в котором установлен транзистор ГТ328, расположен до ФСС. Такое построение схемы УПЧИ, когда ФСС является нагрузкой не селектора каналов, а регулируемого промежуточного каскада, позволило поднять общее усиление без опасения самовозбуждения и в то же время осуществить достаточно глубокую АРУ, а кроме того, увели-

чить входное сопротивление ФСС, повышающее коэффициент передачи фильтра.

Повышается и устойчивость работы усилителя, поскольку второй каскад микросхемы, включенный по схеме с общим коллектором является как бы буфером между первым каскадом и выходным. Второй каскад препятствует образованию положительной обратной связи, которая обычно является причиной самовозбуждения. Такой усилитель на средней промежуточной частоте изображения (35 МГц) в полосе пропускания 5 МГц обеспечивает усиление более 150—200 раз. С выхода усилителя сигнал поступает на транзисторный видеодетектор. Для такого детектора необходим транзистор с линейной характеристикой базоэмиттерного перехода. В УПЧИ использовался транзистор КТ315. Начальное напряжение для него было выбрано +0,66 В, при котором на экране контрольного осциллографа уже не наблюдалось искажений формы подаваемого синусоидального напряжения. Этот режим в довольно большом интервале напряжений стабилизирован специально подобранным диодом Д223 *(Д1)*.

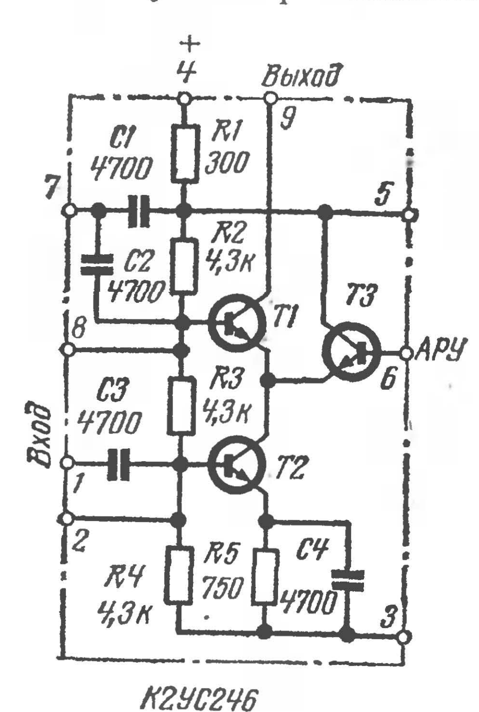


Рис. 4. Микросхема К2УС246

Транзисторный видеодетектор, дающий усиление примерно в 6—10 раз, практически заменяет один каскад в УПЧИ и способствует более равномерному распределению усиления на все каскады приемного тракта. Сигнал разностной частоты с выхода видеодетектора поступает на УПЧЗ (рис. 6), на входе которого включены связанные контуры *L11, С54; L12, С55, С56, С74*. Благодаря тому, что эти контуры настроены на 6,5 МГц, появилась возможность подключить УПЧЗ непосредственно к видеодетектору и улучшить в какой-то степени режекцию звука в видеоусилителе.

Основой УПЧЗ служит гибридная интегральная микросхема К2УС248. Качество работы усилителя с такой

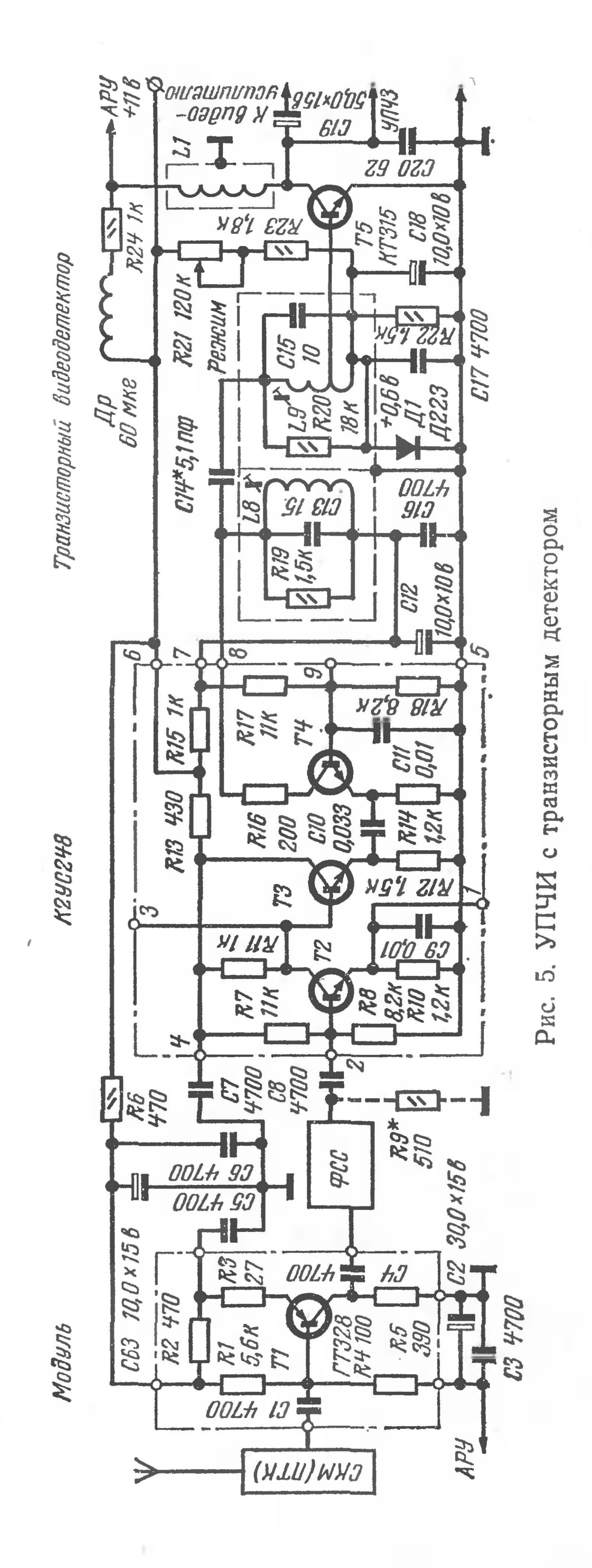


Рис. 5. УПЧИ с транзисторным детектором

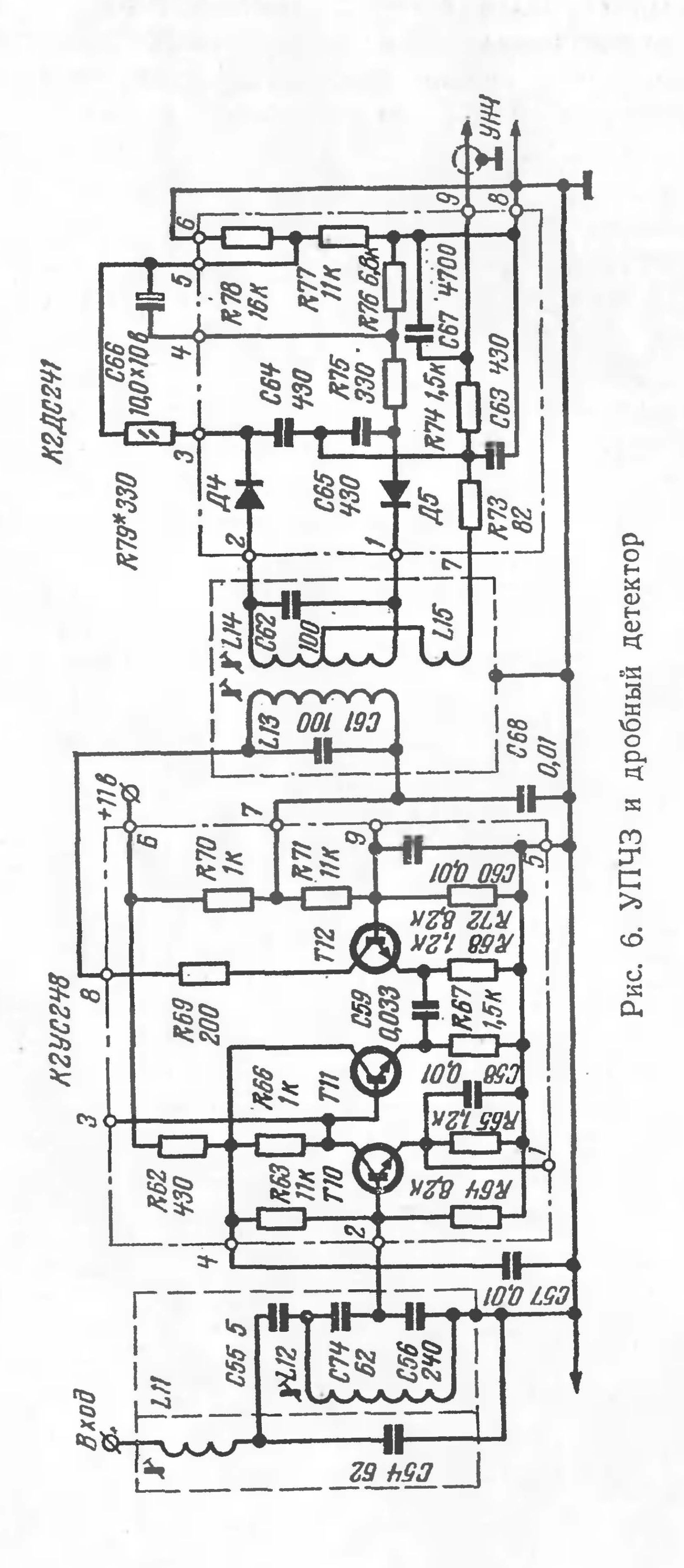


Рис. 6. УПЧЗ и дробный детектор

микросхемой соответствует требованиям, предъявляемым к телевизорам II класса. Схема дробного детектора выполнена также на микросхеме типа К2ДС241.

Весь тракт звука смонтирован в виде отдельного блока и имеет размеры 50 × 35 мм. Усилитель НЧ выполнен в виде самодельного модуля с применением в нем микросхемы 1ММ6.0 (транзисторная матрица). В этом модуле смонтирован и выходной каскад, собранный по бестрансформаторной схеме. Выходная мощность усилителя НЧ — 100 мВт. Схема модуля изображена на рис. 7.

В качестве предварительного усилителя НЧ можно использовать микросхему серии К224. Хорошие результаты дает схема К2УБ241, предназначенная для видеоусилителя. Если эту схему включить как показано на рис. 8, то она хорошо выполняет назначенную роль. Создавая необходимое усиление, схема обеспечивает хорошее согласование с выходным каскадом благодаря эмиттерному повторителю на выходе. Подбор величины резистора в цепи эмиттера первого транзистора, а следовательно, и изменение глубины отрицательной обратной связи, позволяет улучшить качество работы усилителя, повысить его стабильность.

Схема АРУ ключевая, выполнена на двух транзисторах МП41 и КТ315 рис. 9. Первый транзистор *Т8* работает в ключевом режиме. На его коллектор подаются сформированные диодом *Д2* отрицательные импульсы со строчного трансформатора. В цепь базы транзистора *Т8* поступают видеосигналы с первого каскада видеоусилителя, тоже в отрицательной полярности. С увеличением амплитуды видеосигнала будет расти коллекторный ток транзистора *Т8*. Это в свою очередь уменьшит величину положительного напряжения, которое образуется за счет выпрямления видеосигнала вторым диодом *Д3*. Это напряжение подводится к базе транзистора *Т9*, выполняющего роль усилителя постоянного тока. В результате коллекторный ток этого транзистора уменьшится и положительное напряжение на переменном резисторе в цепи его эмиттера упадет. Это напряжение подается на регулируемый каскад УПЧИ как напряжение АРУ.

На усилитель ВЧ в СКМ напряжение АРУ снимается с резистора, установленного в цепи эмиттера регули-

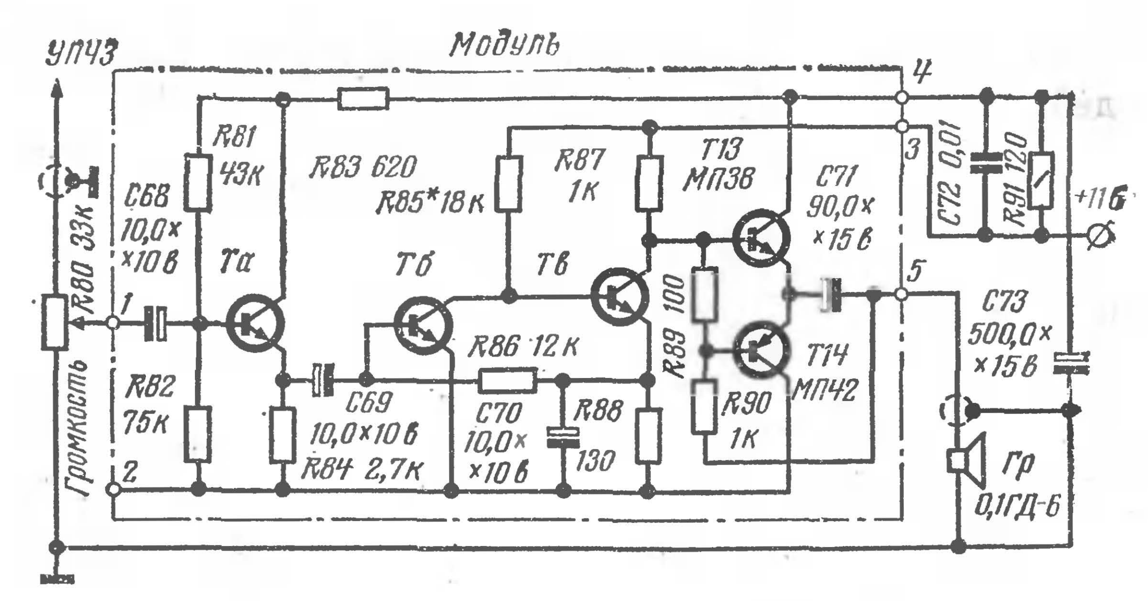
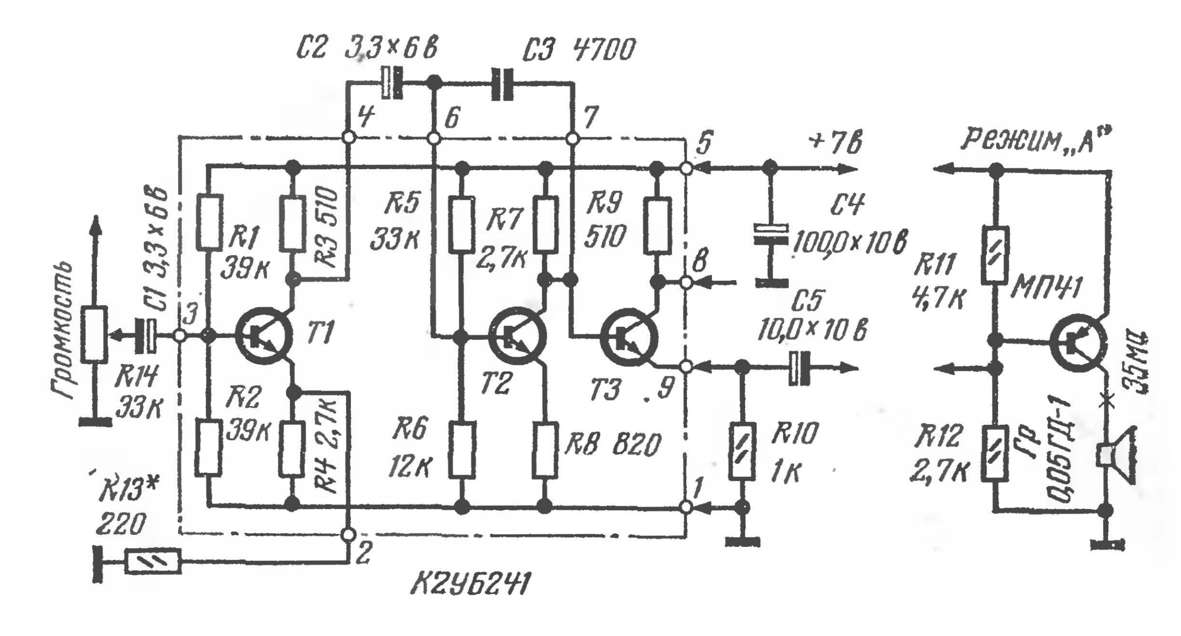
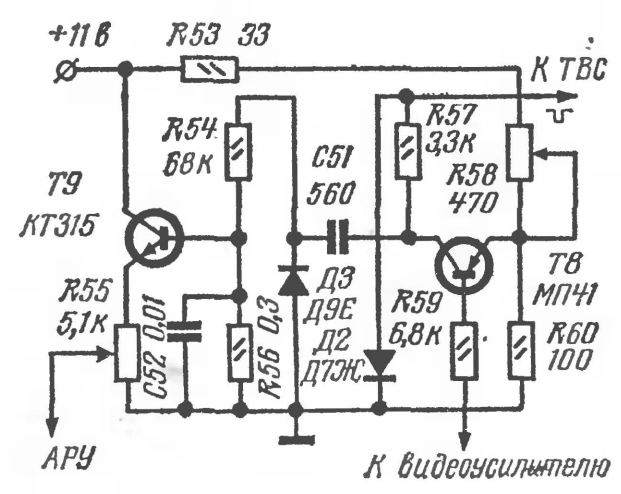


Рис. 7. Усилитель НЧ на 1ММ6.0





▲ Рис. 8. Усилитель НЧ на К2УБ241

◀ Рис. 9. Система АРУ

руемого каскада, чем осуществляется и необходимая задержка действия АРУ.

В конечном результате общее усиление уменьшится, так как транзистор *T1* усилителя ВЧ будет находиться ближе к порогу насыщения. Начальный порог срабатывания АРУ можно устанавливать с помощью переменного резистора *R58*, через который подается запираю-

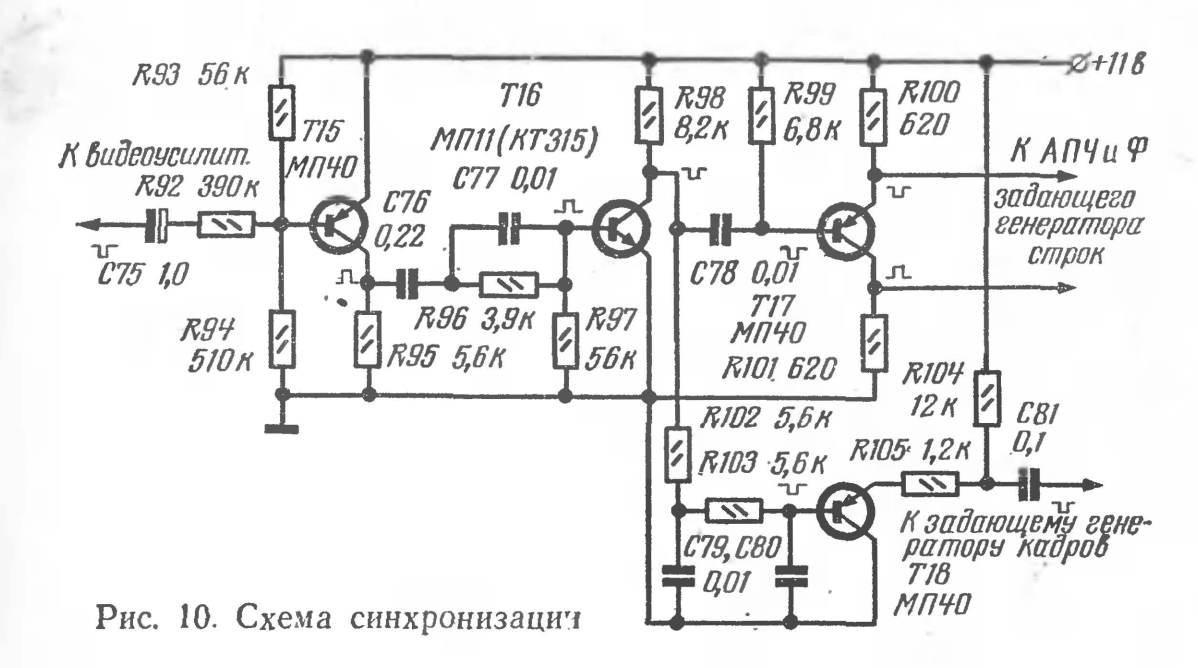


Рис. 10. Схема синхронизации

щее напряжение на эмиттер транзистора ключевого каскада. Глубина АРУ при использовании транзистора ГТ328 может быть более 40 дБ.

Конструктивно блок АРУ выполнен совместно с каскадами синхронизации на плате размером 118 × 56 мм и крепится на шарнире в нижней части шасси, под кинескопом.

Громкоговоритель телевизора 0,1ГД6 укреплен на задней стенке. Туда же выведены все второстепенные установочные регулировки. Там же находятся делитель антенны 1 : 1 и 1 : 10 и гнездо для ДЦМ антенны. Внизу расположены разъем для аккумулятора и гнезда для включения электросети.

Микротелевизор рассчитан на работу в самых различных, часто мало благоприятных условиях, поэтому на устройство синхронизации и АРУ обращено особое внимание. Полная схема синхронизации (рис. 10) состоит из четырех каскадов.

Первый каскад — усилитель-ограничитель, собранный на транзисторе *Т15*. Сигнал на его базу снимается с эмиттерной нагрузки первого каскада видеоусилителя. Второй каскад является основным амплитудным селектором. Он собран на транзисторе *Т16*. Третий каскад представляет собой фазоинвертор схемы АПЧиФ на транзисторе *Т17*, а четвертый каскад — буферный для кадровых синхроимпульсов (*Т18*). Можно обойтись без первого каскада, снимая синхроимпульсы в положительной полярности с части коллекторной нагрузки выходного каскада видеоусилителя. Но при этом регулировка контрастности будет влиять на устойчивость синхронизации. Чтобы избежать этого, необходимо установить лишний транзистор, как это и сделано в предлагаемой схеме синхронизации.

Строчные синхроимпульсы с амплитудного селектора (транзистор *Т16*) после дифференцирования поступают на фазоинвертор (*Т17*). С выхода фазоинвертора разнополярные синхроимпульсы подаются на систему АПЧиФ строчной развертки. Кадровые синхроимпульсы с селектора проходят свою интегрирующую цепочку и поступают на буферный эмиттерный повторитель, собранный на транзисторе *Т18*. С этого каскада импульсы в отрицательной полярности поступают на задающий генератор кадровой развертки. Буферный каскад повышает стабильность и улучшает чересстрочную развертку.

Кадровая развертка (рис. 11) выполнена по бестрансформаторной схеме. Задающий генератор собран по схеме генератора линейно изменяющегося напряжения и релаксационного генератора (транзисторы *Т19, Т20, Т21*). Пилообразное напряжение с него поступает на двухкаскадный усилитель мощности и далее на кадровые катушки отклоняющей системы. Эта схема кадровой развертки подобна той, которая использована в заводском телевизоре «Электроника ВЛ-100». Несмотря на присущий ей недостаток — взаимное влияние регулировок друг на друга, применение ее окупается простотой и надежностью работы. КПД развертки, собранной по такой же схеме, выше, чем обычной трехтранзисторной трансформаторной. Функционально вся кадровая развертка разбита на два блока. Блок задающего генератора выполнен в виде отдельного модуля, а выходной блок — в обычном дискретном исполнении. Все детали кадровой развертки размещены на отдельной плате размером 118×40 мм.

Строчная развертка содержит три каскада (рис. 12). Задающий генератор для повышения термостабильности выполнен на кремниевом транзисторе КТ315 (*Т26*) по схеме блокинг-генератора с эмиттернобазовой связью.

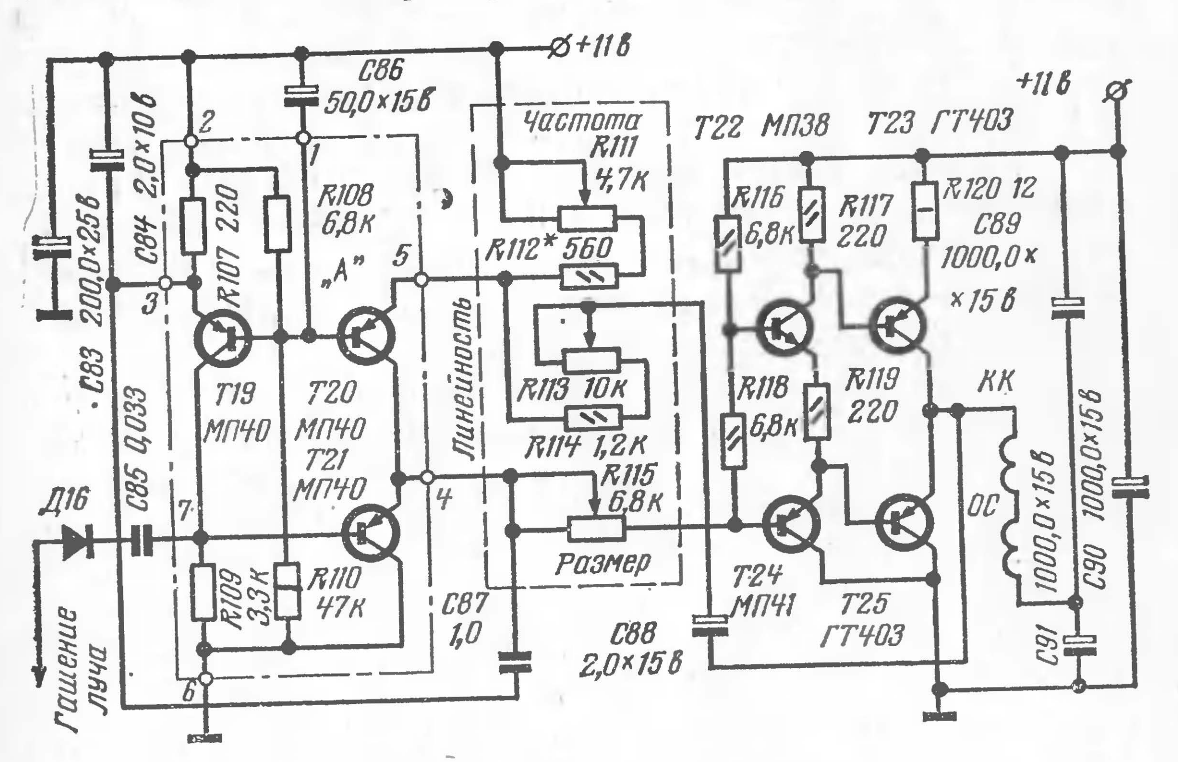
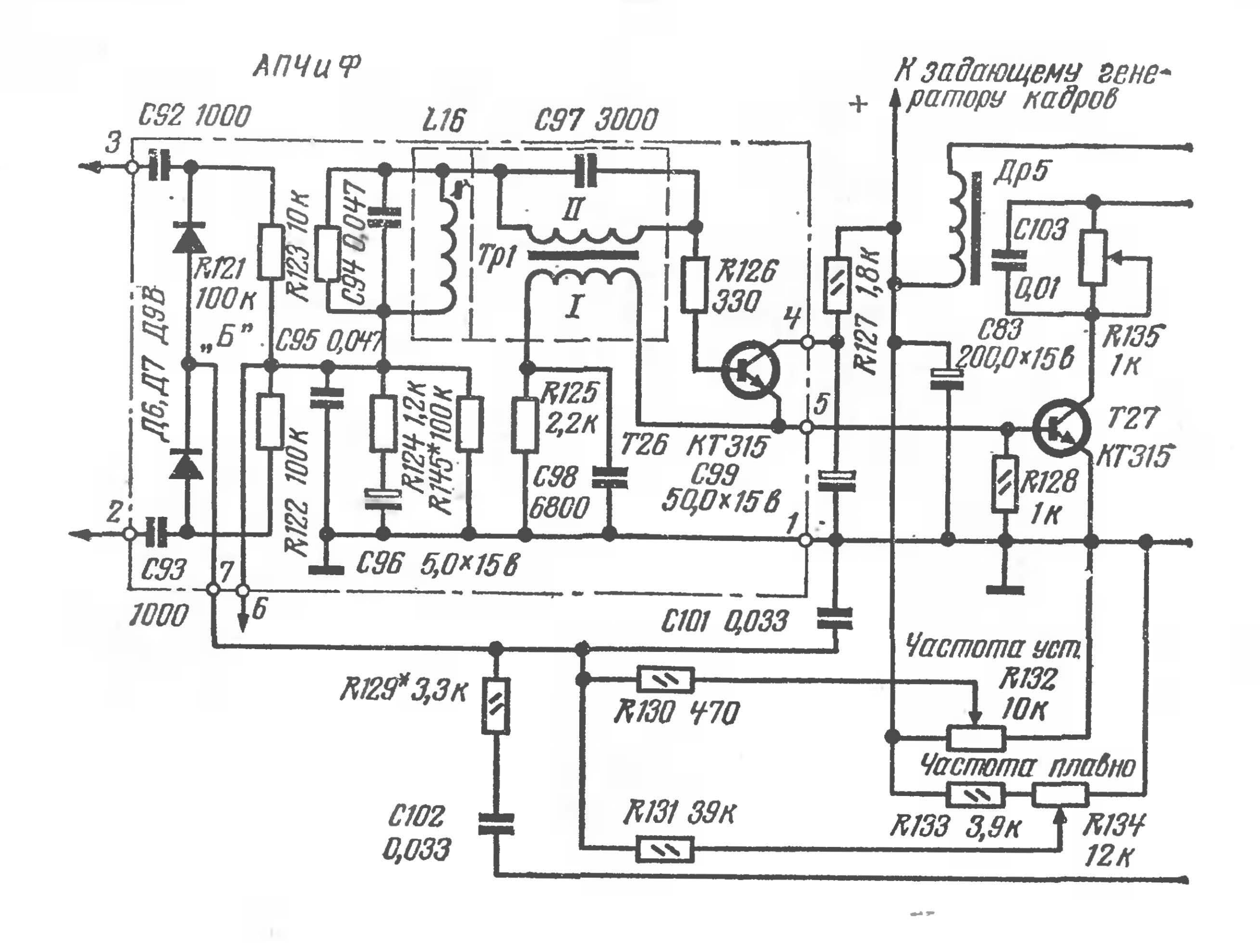


Рис. 11. Кадровая развертка

Высокое входное сопротивление генератора хорошо согласуется со схемой АПЧиФ. Генератор выполнен также в виде отдельного самодельного модуля. Его трансформатор *Тр1* и «звенящий» контур заключены в экран.

Пилообразное напряжение с задающего генератора строчной развертки подается на предварительный усилитель, выполненный на транзисторе *Т27*. Этот каскад работает в ключевом режиме. Во время прямого хода развертки транзистор закрыт. Он открывается положительными импульсами, поступающими с блокинг-генератора. Затем импульсы через переходной трансформатор *Тр2* поступают на базу выходного мощного каскада, собранного на транзисторе *Т28*.

Выходной каскад нагружен строчным трансформатором *Тр3*. К строчному трансформатору без переходного конденсатора подключены строчные катушки от-



клоняющей системы. Небольшой сдвиг растра по горизонтали, наблюдаемый при этом, компенсируется специальным магнитным кольцом на горловине кинескопа. Во время прямого хода строчной развертки выходной транзистор *Т28* находится в насыщении и пропускает большой ток.

В начале обратного хода на базу этого транзистора с согласующего трансформатора *Тр2* (предварительного каскада) поступают положительные импульсы, которые быстро запирают его. Возникающие при этом положительные импульсы в повышающей обмотке строчного трансформатора используются для получения напряжения питания второго анода кинескопа напряжением 9 кВ. В качестве демпфера работает диод *Д10*.

Выходной каскад совместно со схемой гашения луча и всеми выпрямителями смонтирован на отдельной плате под горловиной кинескопа, укрепленной на экране

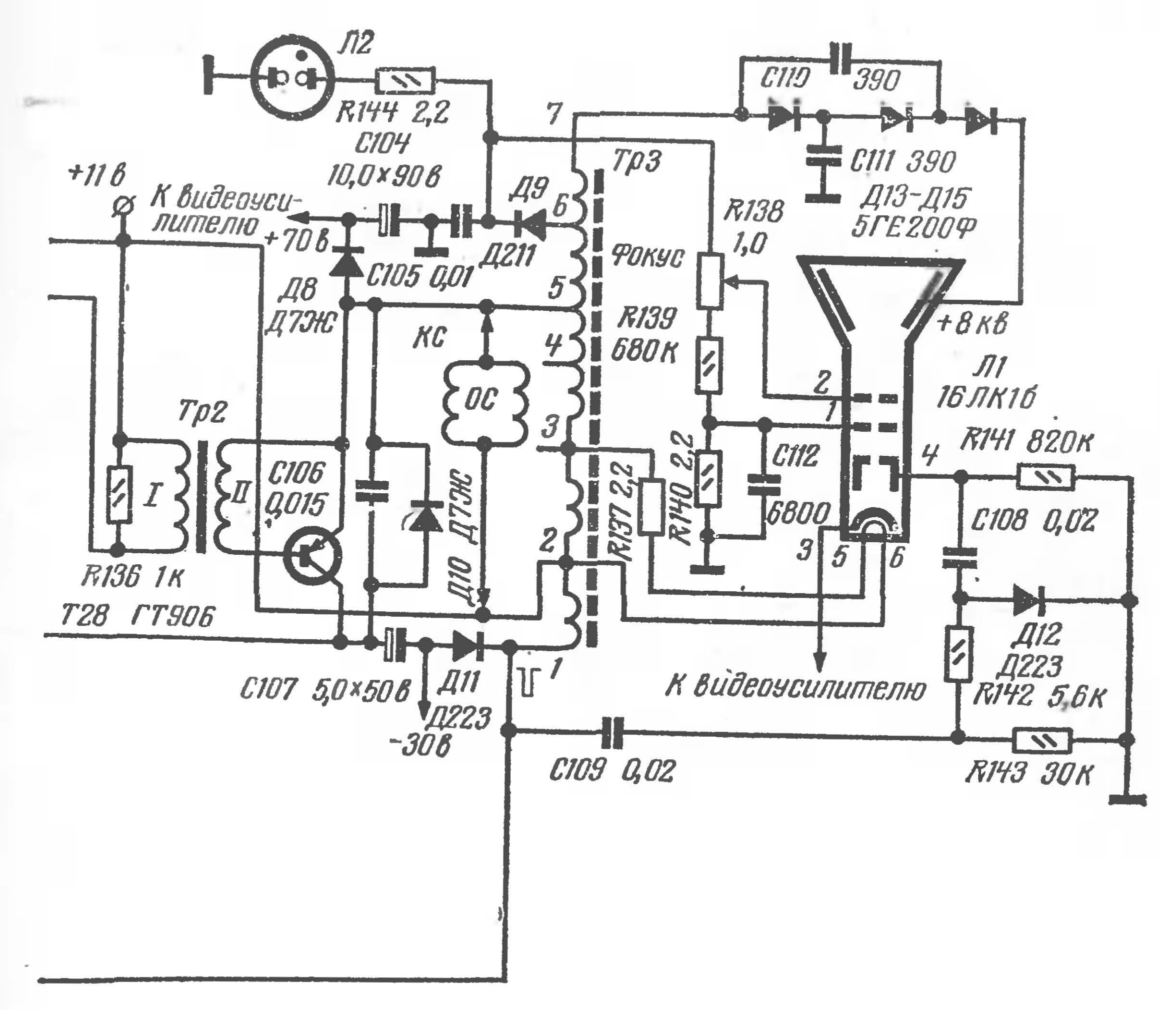


Рис. 12. Строчная развертка

трансформатора выпрямителя *Тр4*. Отклоняющая система ОС и ТВС взяты готовые от телевизора «Электроника ВЛ-100».

В качестве радиатора для выходного транзистора *Т28* служит металлический экран сетевого трансформатора.

Телевизор может работать от электросети переменного тока с напряжением 127—220 В или от своего внутреннего аккумулятора (ЦНК-085) напряжением 11 В, который можно заряжать от общего выпрямителя. Сетевой выпрямитель (рис. 13) вместе с силовым трансформатором *Тр4*, фильтрами и стабилизатором размещен в самом корпусе телевизора. В заводских телевизорах источник питания часто выполнен отдельно, что создает определенные неудобства.

Телевизор «Интеграл» может работать и от любого внешнего источника питания, как-то: от аккумулятора

автомашины, от бортовой сети железнодорожного или воздушного транспорта. При использовании батарей типа «Сатурн» телевизор будет работать в течение 7—8 ч.

В том случае, если батарейно-аккумуляторный источник будет давать напряжение выше 11 В, следует применить простейший транзисторный стабилизатор,

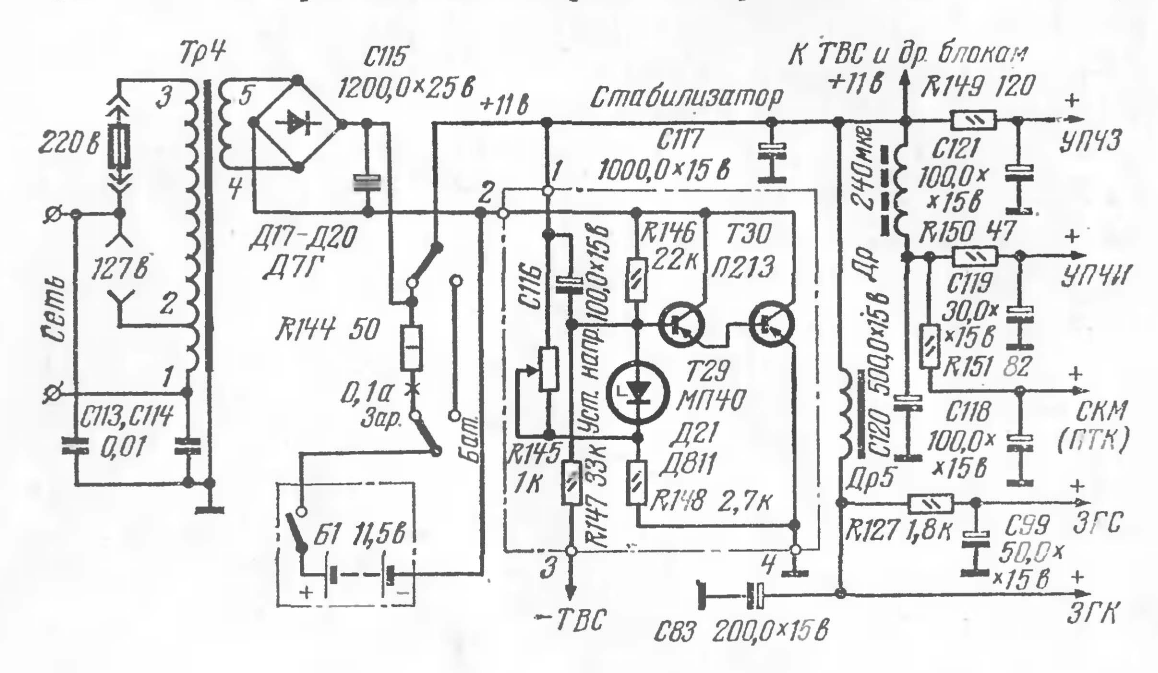


Рис. 13. Универсальный источник питания

схема которого изображена на рис. 14. Это устройство предохранит телевизор от избытка напряжения, наблюдаемого у свежезаряженных аккумуляторов. Стабилизатор рассчитан на напряжение 7В; при необходимости получения 11 В стабилитрон Д808 *(Д1)* следует заменить на Д812.

Сетевой выпрямитель конструктивно разбит на три функциональных блока: 1 — основной трансформатор с переключателем и предохранителями (находится внизу в экране, расположенном симметрично кинескопу); 2 — фильтр с основным выпрямителем по мостовой схеме и 3 — стабилизатор. Последние два блока укреплены над кинескопом в верхней части конструкции. Высоковольтный выпрямитель по схеме утроения, выполненный на трех селеновых столбиках 5ГЕ200Ф, размещен на плате размером 110×25 и крепится вблизи вывода второго анода кинескопа.

Все платы, блоки и модули выполнены на стеклотекстолите печатным методом. Конструкция внутреннего шасси очень простая. На металлическом основании футляра, выполненном в виде рамки, крепится дополнительно несколько дюралюминиевых уголков. К уголкам на простых шарнирах прикрепляются сами платы. Сверху надевается внешняя часть футляра, изготовленная из алюминия в виде скобы (две боковые стенки и верх).

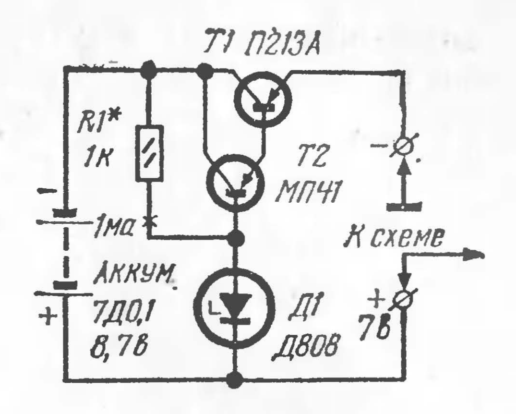


Рис. 14. Стабилизатор для батарейного источника питания

Расположение блоков внутри телевизора показано на рис. 15. Основные ручки управления (яркость, контрастность, громкость, кадры и строки) в виде тонких дисков из эбонита выходят в прорези в верхней части футляра. Все это не увеличивает размеры телевизора за счет выступающих ручек и делает конструкцию действи-

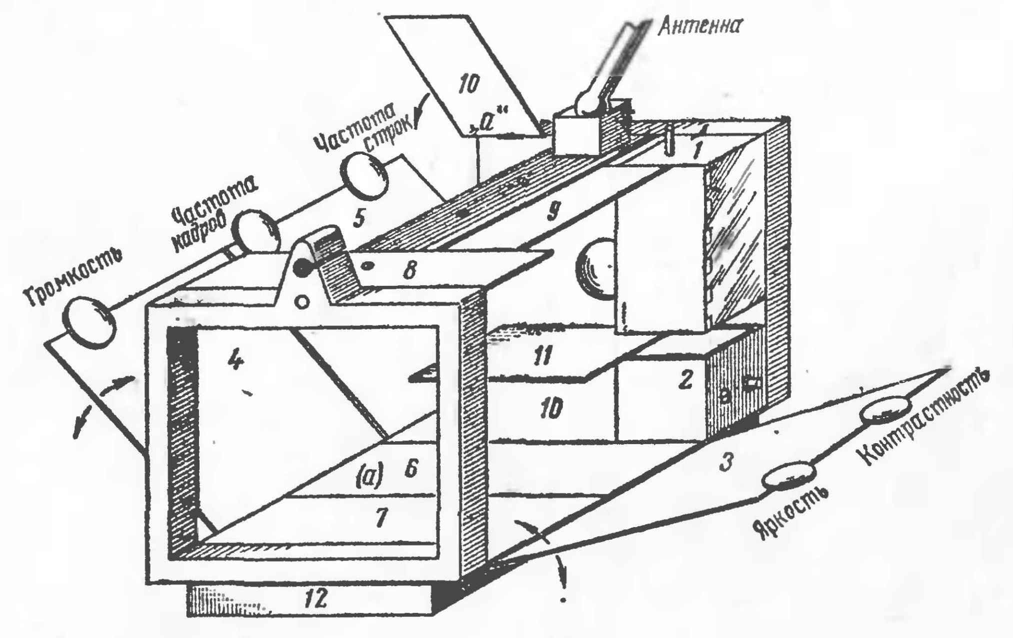


Рис. 15. Расположение плат с функциональными узлами: *1* — блок СКМ; 2 — блок ДЦВ; *3* — плата ФСС УПЧИ, видеодетектор; *4* — плата УПЧЗ и УНЧ; *5* — плата задающего генератора строк; *6* — плата кадровой развертки (*а* — задающий, *б* — выходной каскады); *7* — плата АРУ и синхронизации; *8* — высоковольтный выпрямитель; *9* — стабилизатор; *10* — сетевой выпрямитель; *11* — выходной строчный трансформатор; *12* — кассета с аккумуляторами

тельно переносной и удобной. Телескопическая антенна расположена сверху футляра и может служить ручкой для переноски. Запирающее ее устройство выполнено за счет выступа на передней, обрамляющей кинескоп черной рамке из эбонита. В этой рамке имеется убирающийся противосветовой темный козырек, позволяющий смотреть телепередачи на улице при неярком освещении. Для снятия футляра не требуется снимать ручки и антенну. При работе нижняя часть футляра, где расположена кассета с аккумуляторами, открывается на угол 15° и с таким наклоном закрепляется убирающейся внутрь подставкой. Над экраном имеется неоновая лампочка, сигнализирующая о включении телевизора и подтверждающая, что основной узел «строчная развертка» работает нормально. Футляр покрыт снаружи серой нитроэмалью. Против всех ручек настройки выгравированы соответствующие надписи. Для предохранения кинескопа в футляр вставлен защитный экран из органического стекла.

Обозначение по схеме	Число витков
L 1	52
L 2, *L* 4	3,5
L 3	11
L 5, *L* 7	18
L 6	6
L 8, *L* 9, *L* 15	16
L 10	48
L 11, *L*, 12,	
L 13	56
L 14	22×2

Примечание: Обмотка катушки *L 1* выполнена проводом ПЭВ-1 0,16, катушки *L 2 — L 9* намотаны проводом ПЭВ-2 0,23, *L 10* — проводом ПЭВ-1 0,16, *L 11 — L 14* — проводом ПЭВ-2 0,19 на каркасах из органического стекла диаметром 5 *мм*, длиной 16 *мм*. Катушка *L 15* намотана проводом ПЭВ-2 0,19 на бумажном кольце, расположенном поверх катушки *L 14* посередине ее. Центры каркасов катушек *L 13 — L 15* при установке на плате должны отстоять на 8 *мм* друг от друга. Все катушки заключены в алюминиевые экраны размером 11×11×14 *мм* и настраиваются сердечниками диаметром 4 *мм* из карбонильного железа.

Телевизор настраивался по общеизвестным методам с применением самодельной измерительной аппаратуры, как-то: ПНТ, УКВ-генератора, лампового вольтметра и испытателя транзисторов. Осциллограф использовался заводской, типа ЭО-6М. Все трансформаторы в конструкции заводские, от телевизора «ВЛ-100». Данные катушек ФСС, УПЧИ и УПЧЗ помещены в таблице.

МАЛОГАБАРИТНЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ

А. Кузнецов

Осциллограф, принципиальная схема которого показана на рис. 1, служит для визуального наблюдения электрических сигналов в различной радиоэлектронной аппаратуре, выполненной на транзисторах и микросхемах. Прибор сравнительно прост по конструкции, содержит небольшое количество элементов и обладает следующими техническими характеристиками:

— полоса пропускания усилителей вертикального и горизонтального отклонения луча от 10 Гц до 5 МГц;

— чувствительность усилителей «X» и «У» порядка 200 мм/В эфф;

— входное сопротивление 1 МОм;

— неравномерность частотной характеристики обоих каналов не хуже ±2 дБ в диапазоне частот от 50 Гц до 3 МГц;

— развертка — непрерывная и ждущая;

— диапазон частот непрерывной развертки от 20 Гц до 200 кГц разбит на 5 поддиапазонов;

— потребляемый ток не более 1,5 А;

габариты прибора 160 × 80 × 160 мм.

Осциллограф снабжен калибратором амплитуды, наличие которого позволяет измерять величину напряжений с точностью до 10%. Питается прибор от аккумулятора напряжением 12 В. Для увеличения чувствительности электроннолучевой трубки напряжение питания второго анода несколько понижено при сохранении удовлетворительной фокусировки.

Основными узлами осциллографа являются: усилители вертикального и горизонтального отклонения луча, формирователь импульсов синхронизации, генератор развертки, усилитель гашения обратного хода луча и

Вход „Y" Гн1
C1 0,1
R1 1,0 C2 0,01
R2 100к
C3 5,1
Синхр.
Гн4 Гн3
Д1 Д223
R4 5,1к
C35 0,1
Внеш. Внутр.
В1
R3 1к
1/2 Л1 6Н16Б
C4 0,1
T1 КТ301Е
R5 1,5к
R6 1,5к
C5 1,0×20 в
L1 10 мкгн
T2 КТ301Е
R7 820
R8* 12к
C6 47,0×15 в
T3 КТ301Е
T4 КТ605Б
R9 7,5к
R10 51
R11 2к
L2 35 мкгн
R12 2,2к
R15 1,0
T5 КТ315А
C8 36
C7 220
R13 620
R14 330
C9 0,05
R16 5,6к
R17* 220к
T6 МП26Б
R18* 22к
C10 0,01
Л2 6Л01И
R60 3,0
а б
Гн5 Гн6
R55 470к
C30 0,01
R56 220к
„Z"
C31 0,033
R57 3,0
Смещение
„X" „Y"
R58 1,0
R59 1,0
C32 0,033
Фокус
R61 1,0
R62 15к
R63 6,8к
C33 0,05
Л3 ТН-0,3
Яркость
R64 1,0
C34 0,01
R65* 33к
T7, T8 ГТ308Б
R19 100к
Д2 Д9В
R22 2,2к
R23 47к
R20 100к
R21 100к
R24 36к
T9 ГТ308Б
R25 68к
R26 68к
R28 5,6к
R66 15к
R27 15к
В2
R29 8,2к
R31 56к
R30 150к
R32 22к
C14 56
C11 68
T10 ГТ308Б
C12 0,1
R33 10к
R34 10к
C13 10,0×15 в
R35 10к
R37 2к
R36 220к
T12 ГТ308Б
T11 ГТ308Б
C15 0,5
R38 3к
В3
R40 100к
R39 5,6к
C16 150
C17 1500
C18 0,015
C19 0,15
C20 1,5

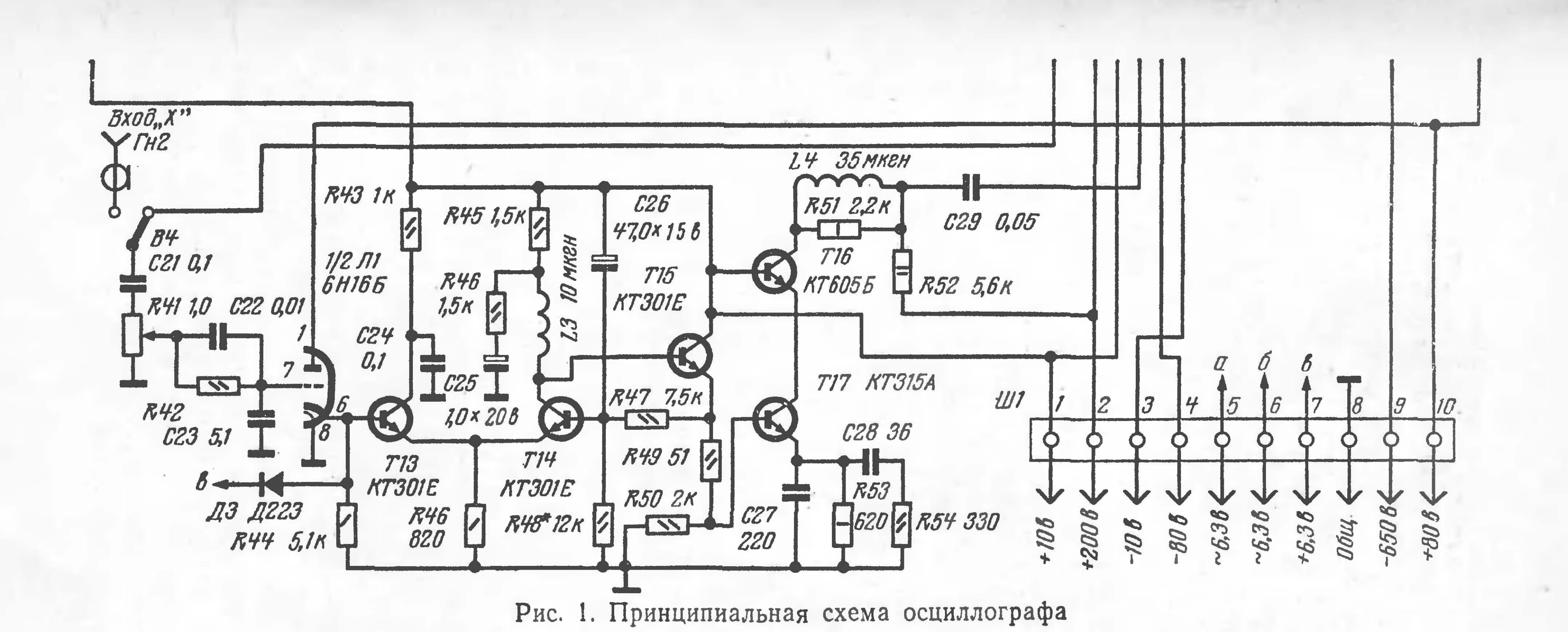


Рис. 1. Принципиальная схема осциллографа

индикатор. Так как усилители отклонения луча идентичны, здесь будет рассмотрен только один из них.

Со входа «*У*» исследуемый сигнал через разделительный конденсатор *C1* поступает на регулятор усиления — резистор *R1* и далее через резистор *R2*, шунтированный конденсатором *C2*, на вход катодного повторителя, собранного на половине лампы *Л1*. Катодный повторитель необходим для получения большого входного сопротивления и малой входной емкости усилителя. Цепочка *R2C2* ограничивает сеточный ток лампы при перегрузках. Диод *Д1* предотвращает выход из строя транзистора *T1* балансного усилителя при подаче на вход усилителя больших положительных напряжений. Диод *Д1* заперт напряжением +6,3 В, поступающим с цепей питания накала лампы *Л1*. При напряжении свыше +6,3 В диод открывается и напряжение на базе *T1* не может быть больше указанной величины. Защитой от попадания на базу транзистора *T1* больших отрицательных напряжений служит лампа *Л1*, которая закрывается при появлении на ее сетке большого отрицательного потенциала.

Балансный усилитель, выполненный на транзисторах *T1* и *T2*, симметрирует и усиливает напряжение, снимаемое с нагрузки катодного повторителя. Общей эмиттерной нагрузкой усилителя является резистор *R7*. Для подъема усиления в области верхних частот в коллекторную цепь транзистора *T2* включена катушка индуктивности *L1* (10 мкГн). Цепи *R3C4* и *R5 R6 C5* служат для коррекции характеристики усилителя на низких частотах. Стабильность каскада, собранного по схеме эмиттерного повторителя на транзисторе *T3*, обеспечивается отрицательной обратной связью, подаваемой с эмиттера *T3* на базу *T2* через резистор *R9*.

Выходной каскад усилителя вертикального отклонения луча выполнен по видоизмененной каскадной схеме «общий эмиттер — общая база» на транзисторах *T4* и *T5*. Включение выходного транзистора по схеме с общей базой позволило значительно снизить требования к параметрам транзистора, в частности, к предельному напряжению между эмиттером и коллектором и усилению по току. Отсутствие усиления по току в выходном каскаде полностью компенсируется усилением предыдущего каскада, включенного по схеме с общим эмиттером (*T5*), который может быть низковольтным. (Напряжение между эмиттером *T4* и общей шиной не превышает 15 В). Все транзисторы связаны между собой непосредственно, что позволило упростить конструкцию и расширить полосу частот, пропускаемых усилителем. Для коррекции частотной характеристики выходного каскада в коллекторной цепи транзистора *T4* включена катушка индуктивности *L2* (35 мкГн), а в эмиттерной цепи *T5* имеются элементы *R13, R14, C7, C8*.

Формирователь импульсов синхронизации собран на транзисторах *T7, T8* и *T9* и служит для преобразования исследуемых сигналов (при внутренней синхронизации) в короткие положительные импульсы для жесткой синхронизации генератора развертки. Сигналы на вход формирователя подаются либо с усилителя вертикального отклонения луча через резистор *R15*, либо с гнезда *Г3* (при внешней синхронизации). Выбор источника синхронизации осуществляется с помощью переключателя *B1*. На транзисторе *T7* собран усилитель-ограничитель, а на транзисторах *T8* и *T9* — дифференциальный усилитель. Уровень синхронизирующего сигнала устанавливается потенциометром *R21*. Диод *Д2* служит для сужения динамического диапазона и предохраняет транзистор *T7* от перегрузки.

В зависимости от полярности входных сигналов импульсы синхронизации могут сниматься либо с коллектора транзистора *T8*, либо с коллектора *T9*. Полярность импульсов синхронизации выбирается переключателем *B2*. При этом, как в том, так и в другом случае, сигнал, поступающий на вход генератора развертки, сохраняет свою полярность.

Генератор развертки собран на транзисторах *T10*—*T12*. Частота следования пилообразных импульсов может быть изменена от 10 Гц до 200 кГц. Нелинейность прямого хода развертки не превышает 2% во всем диапазоне. Амплитуда выходного напряжения порядка 4 В. Работа генератора происходит следующим образом. При подаче напряжения питания транзистор *T10* открывается, ток, протекающий через резисторы *R29* и *R32*, открывает транзистор *T11*. Конденсаторы *C12* и *C13* заряжаются через резистор *R37*. Сопротивление этого резистора выбрано небольшим, чтобы время заряда конденсаторов было короче времени длительности прямого

хода развертки. Когда конденсаторы *С12* и *С13* зарядятся, транзистор *Т10* закрывается. В зависимости от положения переключателя *В3* в цепь эмиттера *Т11* включен один из конденсаторов *С16—С20*, емкость которых определяет длительность прямого хода развертки. Выбранный конденсатор заряжается током эмиттера *Т11*. По мере заряда конденсатора ток эмиттера *Т11* уменьшается, транзистор закрывается.

Синхронизирующий импульс открывает транзистор *Т10*. В результате этого все напряжение питания падает на его нагрузке *R29*, и транзистор *Т11* удерживается в закрытом состоянии. Конденсатор, выбранный переключателем *В3*, разряжается через резисторы *R38*, *R40*; конденсаторы *С12*, *С13* перезаряжаются, что приводит к закрыванию транзистора *Т10* и открыванию транзистора *Т11*. Каскад на транзисторе *Т12*, с которого снимается пилообразное напряжение, служит для линеаризации последнего. Для регулировки линейности предусмотрен резистор *R32*. Режим работы генератора (автоколебательный или ждущий) устанавливается с помощью переменного резистора *R30*. Плавная регулировка частоты осуществляется потенциометром *R40*.

Для гашения обратного хода луча служит усилитель, собранный на транзисторе *Т6*. Короткий положительный импульс с коллектора транзистора *Т11* через цепь *R36 С14* поступает на базу транзистора *Т6*, усиливается им и в отрицательной полярности подается на модулятор электроннолучевой трубки через конденсатор *С10*.

С выхода генератора развертки пилообразное напряжение через переключатель *В4* поступает на вход усилителя горизонтального отклонения луча, который собран на второй половине лампы *Л1* и транзисторах *Т13—Т17*.

При измерении частоты гармонических колебаний путем наблюдения интерференционных фигур (фигур Лиссажу) сигнал с выхода эталонного генератора (или другого источника) можно подавать непосредственно на вход усилителя горизонтального отклонения луча через гнездо *Г2*.

Напряжения, необходимые для питания трубки, поступают на ее электроды с делителя, образованного резисторами *R58—R65*. Регулятором яркости служит по-

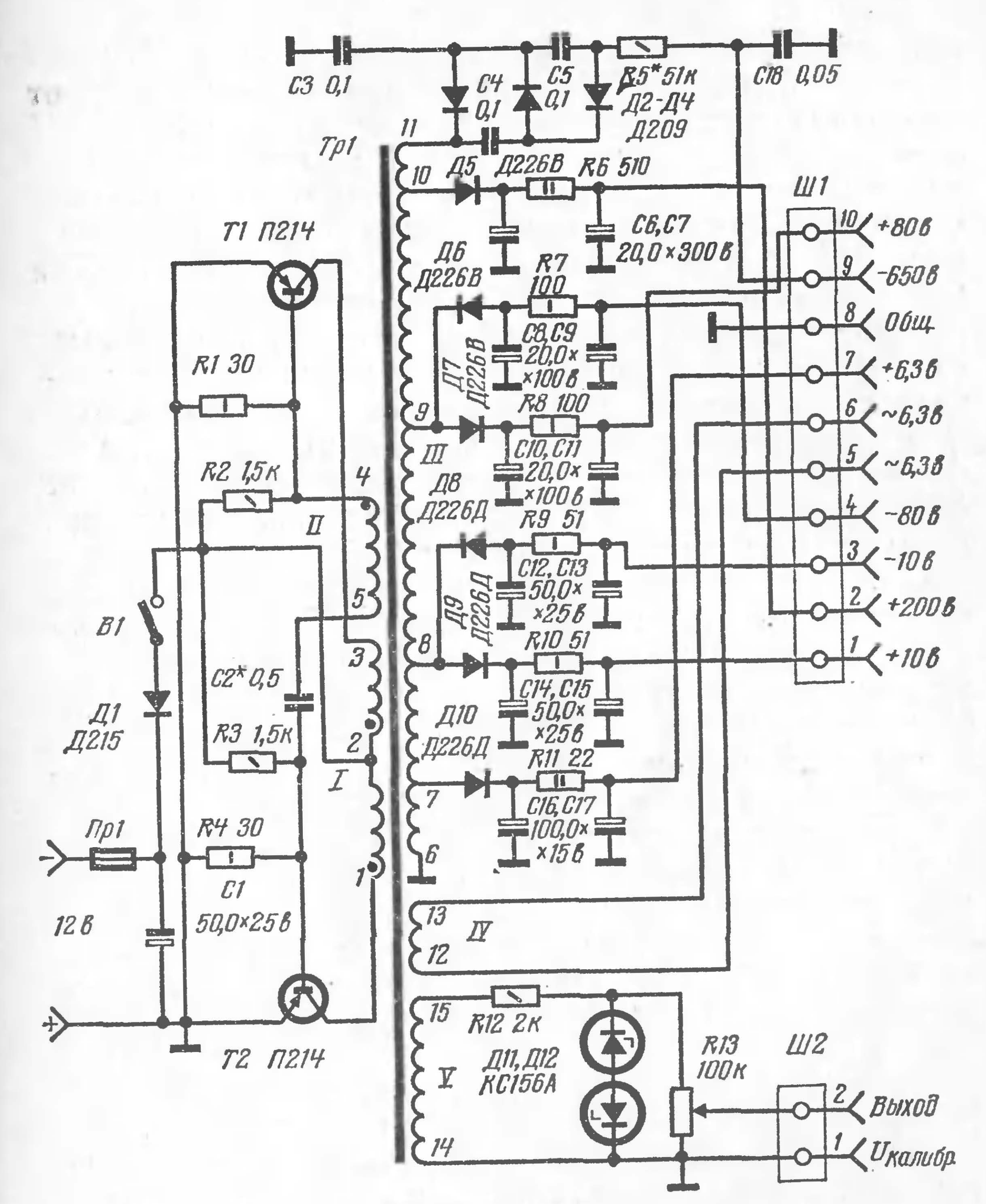


Рис. 2. Схема блока питания

тенциометр *R64*, фокусировки — потенциометр *R61*. Смещение луча по осям «Х» и «У» осуществляется потенциометрами *R58* и *R59*.

При модуляции луча по яркости используют вход «*Z*», в этом случае сигнал подается на гнезда *Г5* и *Г6* (перемычка, соединяющая их, убирается).

Для питания осциллографа используется отдельный блок, схема которого показана на рис. 2. В блок пита-

ния входят преобразователь напряжения, выпрямители и фильтры. Преобразователь напряжения выполнен по симметричной двухтактной схеме с самовозбуждением и обратной связью по напряжению. Транзисторы *Т1* и *Т2* включены по схеме с общим эмиттером. Частота генерации порядка 2 кГц, форма импульсов прямоугольная. В некоторых пределах частоту генерации можно регулировать подбором емкости конденсатора *С2*. Диод *Д1* служит для защиты транзисторов преобразователя при ошибочном включении источника питания (аккумулятора).

Напряжения, снимаемые со вторичной обмотки трансформатора, выпрямляются и фильтруются. Все выпрямители, кроме высоковольтного, выполнены по однополупериодной схеме. Выпрямитель — 650 В собран по схеме утроения напряжения на диодах *Д2—Д4* и конденсаторах *С3—С5*. Фильтром служит резистор *R5* и конденсатор *С18*. С обмотки IV снимается переменное напряжение 6,3 В. Обмотку используют для питания двустороннего ограничителя на диодах *Д11, Д12*. Напряжение прямоугольной формы, снимаемое с ограничителя, используется в качестве эталонного при калибровке осциллографа. Амплитуду калибровочного напряжения можно изменять с помощью резистора *R13* в пределах от 0 до 10 В.

Трансформатор преобразователя намотан на тороидальном сердечнике из пермаллоя марки 50 НП. Наружный диаметр тороида 40 мм, внутренний 25, высота 14 мм. Намоточные данные трансформатора *Тр1* приведены в таблице.

Номер обмотки	Номер выводов	Число витков	Марка и диаметр провода *мм*	Напряжение холостого хода, *В*
I	1—2	35	ПЭЛ 0,74	12
	2—3	35	ПЭЛ 0,74	12
II	4—5	10	ПЭЛ 0,12	3,5
III	6—7	20	ПЭЛ 0,41	6,5
	6—8	32	ПЭЛ 0,41	11
	6—9	250	ПЭЛ 0,27	85
	6—10	640	ПЭЛ 0,35	210
	6—11	800	ПЭЛ 0,12	260
IV	12—13	20	ПЭЛ 0,41	6,5
V	14—15	65	ПЭЛ 0,35	24

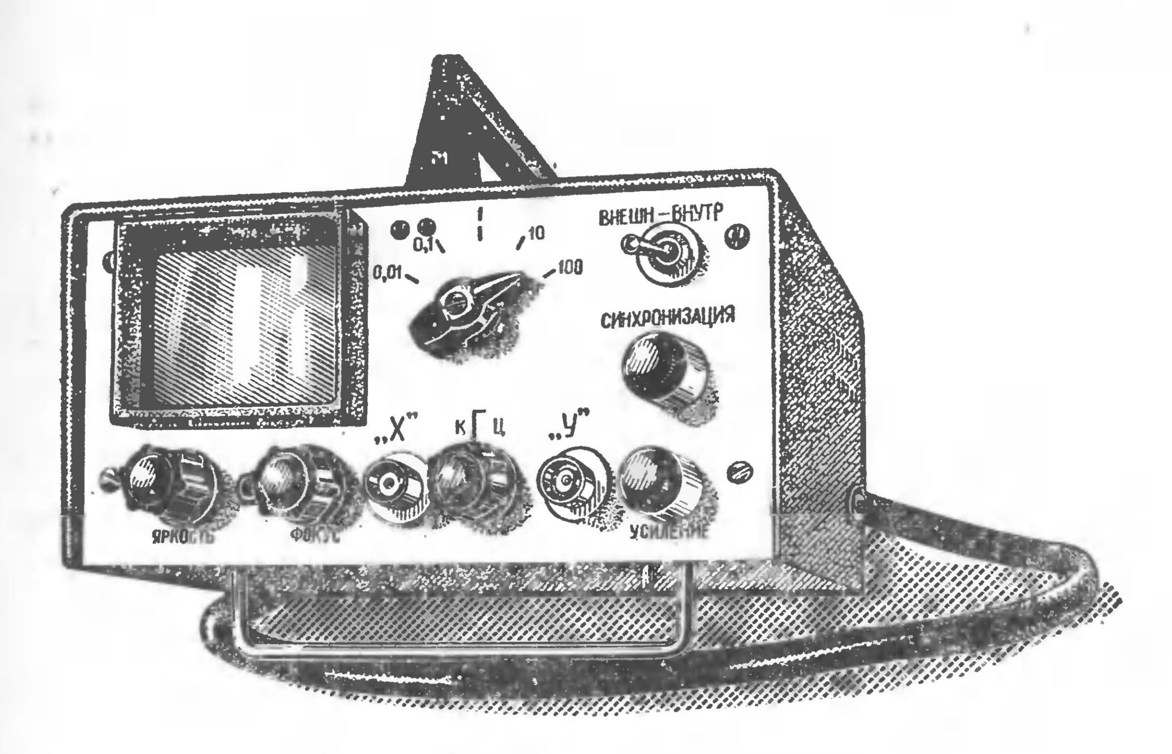


Рис. 3. Общий вид осциллографа

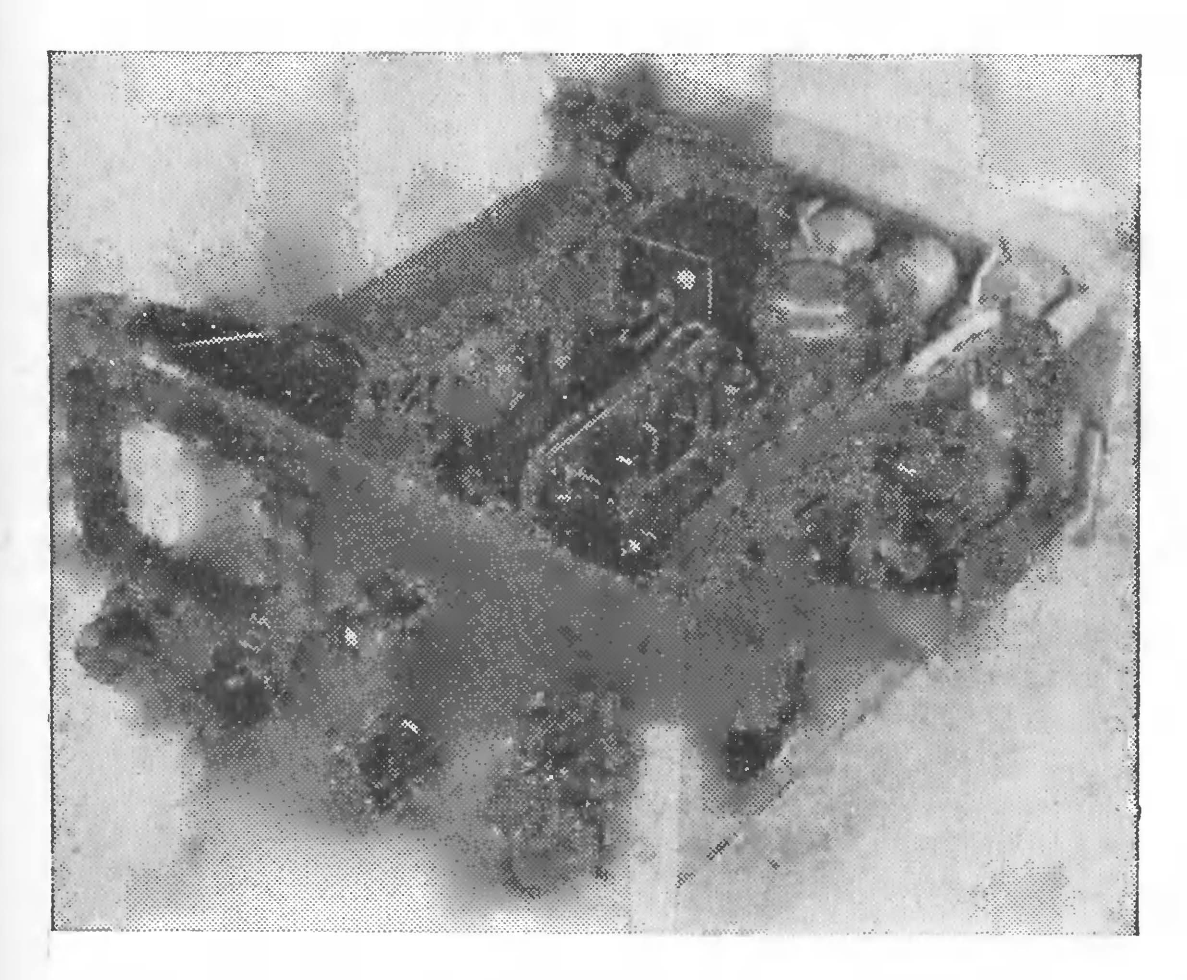


Рис. 4. Расположение элементов на шасси осциллографа

В осциллографе применены постоянные резисторы типа МЛТ и ОМЛТ с мощностью рассеивания 0,12 — 0,5 Вт, за исключением резисторов *R16* и *R52*, которые имеют мощность рассеивания 2 Вт. Переменные резисторы типа СП и СПО. Электролитические конденсаторы типа ЭМ, ЭТО, К50-6, К53-1, К50-3А, К50-3Б; керамические конденсаторы типа КМ-4, КС и КЛС; металлобумажные — МБМ, БМ, КБГ-М2. Коаксиальные разъемы типа ВР-75; переключатель В3-ПМ типа 5П2Н.

Транзисторы для балансных усилителей (*Т1, Т2* и *Т13, Т14* на рис. 1) и для генераторов преобразователя напряжения (*Т1, Т2* на рис. 2) желательно подбирать с одинаковыми параметрами. Катушки индуктивности *L1, L3* и *L2, L4* намотаны на резисторах типа МЛТ-0,5 сопротивлением 100 кОм и содержат: первые 30 витков, а вторые — 100 витков провода ПЭЛШО 01. Так как заранее невозможно точно учесть величину паразитных емкостей схемы, число витков корректирующих катушек подбирается при налаживании прибора.

Большинство элементов осциллографа смонтировано на печатных платах, изготовленных из фольгированного стеклотекстолита марки ФС-1,5. Шасси прибора имеет П-образную форму. Передняя и задняя панели скреплены с шасси уголковыми кронштейнами. Платы с деталями установлены вертикально. На лицевой панели расположены основные органы управления: потенциометры регулировки яркости и фокуса, уровня синхронизации, регулировки усиления и частоты, переключатели *В3, В1* и гнезда *Г1, Г2* и *Г3*. Колодка подключения блока питания и остальные органы управления укреплены на задней панели осциллографа. Для защиты электроннолучевой трубки от воздействия магнитных полей она помещена в стальной экран.

Общий вид осциллографа и расположение элементов на шасси показаны на рис. 3 и 4.

ИОННЫЙ МАКЕТ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ МОНТАЖУ

А. Ёркин

При выполнении лабораторных работ по электричеству студенты политехнических ВУЗов на первых порах испытывают большие затруднения в монтаже электрических цепей и допускают много ошибок. Студенты часто неправильно подключают потенциометры, не соблюдают полярность при подключении электрических приборов, ошибаются в выборе клемм многопредельных измерительных приборов и т. д.

Чтобы обучение монтажу электрических цепей было более эффективным, можно использовать учебные макеты на лампах МТХ-90, которые получили название «ионные» макеты-консультанты.

Эти устройства применяются не на всех работах, их целесообразно рекомендовать только в работах со сложными цепями. Например, при выполнении лабораторной работы «Построение характеристик тиратронов» используется макет, приведенный на рис. 1, *а* и *б*.

На рис. 1,*а* показана работа с лабораторной установкой, а на рис. 1,*б* изображены все приборы, которые используются в этой работе. На принципиальной схеме соединительные проводники сделаны из органического стекла. Под проводниками расположены лампы МТХ90, которые при правильном монтаже загораются, и проводники, а затем и вся схема высвечиваются ярким красно-оранжевым светом.

Соединение элементов цепи при макете делается условно, путем касания пальцем проволочных контактов на клеммах приборов, изображенных на нижнем рисунке.

Все соединительные проводники на принципиальной схеме пронумерованы (*1, 2, 3*...). При сборке цепи рекомендуется подключать их в этой последовательности.



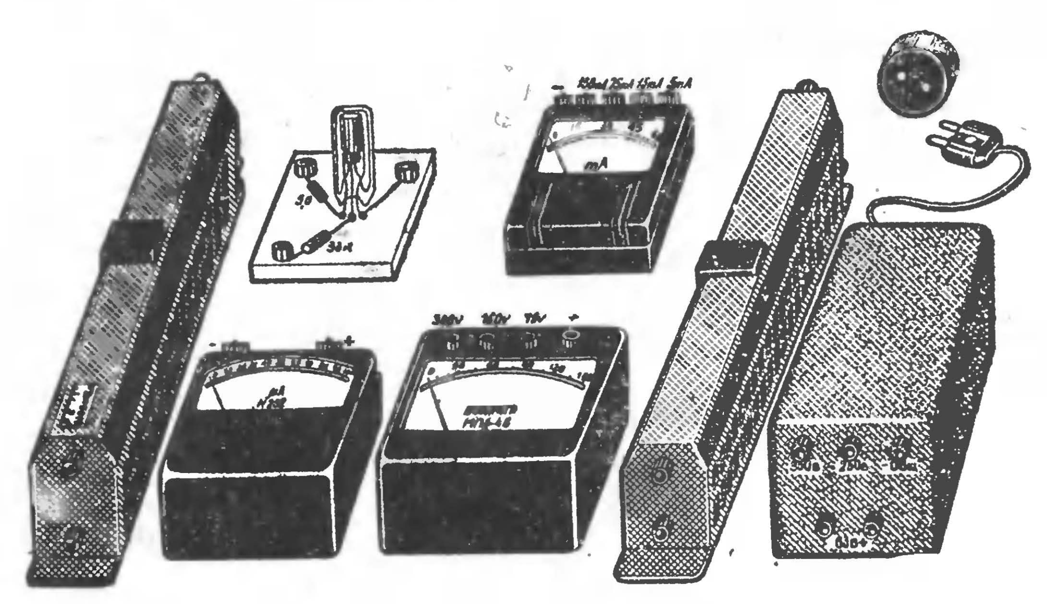


Рис. 1 *а, б*. Внешний вид макета

Номера проводников нанесены у того конца, который необходимо подключать первым.

Студенты должны найти клемму, к которой подключается этот первый конец проводника, и коснуться ее пальцем. Если клемма прибора указана правильно, то участок проводника около его номера будет светиться.

После этого студент должен коснуться клеммы, к которой должен быть присоединен второй конец проводника. При правильном решении будет ярко светиться весь проводник. Цепь считается правильно собранной, когда все проводники схемы светятся.

Принципиальная схема макета представлена на

рис. 2. Устройство питается от сети переменного тока напряжением 220 В через однополупериодный выпрямитель на последовательно соединенных полупроводниковых диодах *Д1—Д2*. Конденсатор *С1* и резистор *R8* служат для фильтрации выпрямленного напряжения. Тиратрон *ЛО* (МТХ90) предназначен для световой индикации включения питания. Амплитудное значение выпрямленного напряжения, подаваемого на анодную и катодную шины, равно 308 В.

Это напряжение поступает на ячейки № *1, 2, 3...*, которые осуществляют подсветку правильно подключенных участков цепи. С помощью резисторов *R1, R2* и *R3*

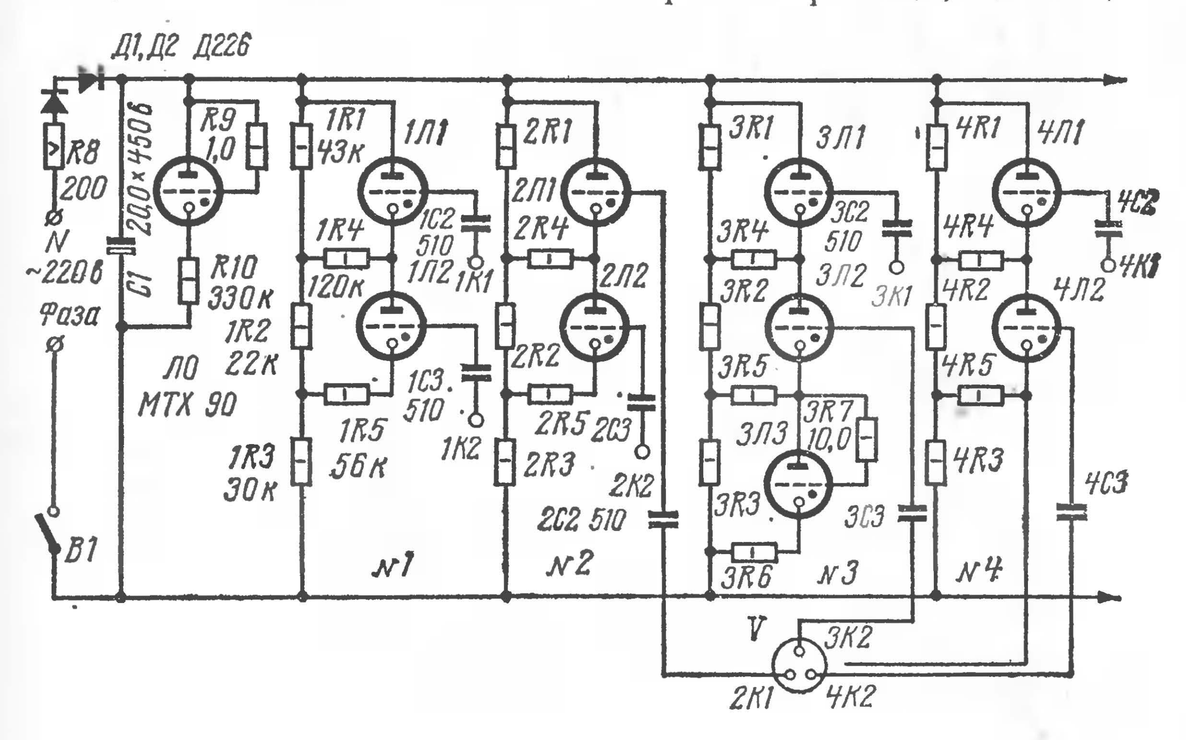


Рис. 2. Принципиальная схема макета

напряжение делится так, что на резисторе *R1* получается 140 В, на резисторе *R2* — 70 В и остаток напряжения, равный 98 В, оказывается на резисторе *R3*.

При таком распределении напряжений от прикасаний к сетке могут зажигаться только лампы *1Л1, 2Л1*... Например, при касании пальцем контакта *1К1* зажигается лампа *1Л1* и через нее будет проходить ток. При этом произойдет перераспределение напряжений в этой ячейке и напряжение между анодом и катодом лампы *1Л2* повышается с 70 В до 140 В. Теперь при касании контакта *1К2* может зажигаться и лампа *1Л2*.

На учебной схеме, которая отдельно изображена на

рис. 3, лампа *1Л1* монтируется под соединительным проводником около цифры *1*, то есть около того конца проводника, который подключается первым. Контакт *1К1* располагается на соответствующей клемме потенциометра.

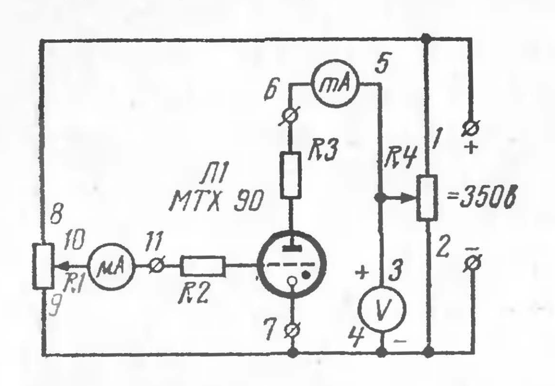


Рис. 3. Схема учебной лабораторной работы

Лампа *1Л2* расположена на повороте проводника *1* к клемме «+», а сетка этой лампы выводится через контакт *1К2* на выпрямитель к клемме «350В».

Таким образом, для того чтобы выполнить соединения проводником *1*, необходимо прикоснуться пальцем сначала к соответствующей клемме потенциометра, а затем к клемме «350 В» на выпрямителе.

При правильном решении первое касание высвечивает участок проводника около цифры *1*, а при втором касании будет ярко светиться весь проводник до клеммы «+».

Следует заметить, что когда присоединен только начальный участок проводника, то яркость свечения лампы *1Л1* незначительна, так как ток в этой лампе ограничен резистором *R4* до 0,5 мА. Слабое начальное свечение указывает студентам на то, что соединения этим проводником сделаны только частично. При зажигании же второй лампы *1Л2* ток в *1Л1* возрастет и свечение по всей длине проводника становится ярким. Это означает, что данный участок цепи собран правильно.

Для высвечивания удлиненных участков число ламп в ячейке можно увеличить. Например, в ячейке № *3* соединительный проводник высвечивается тремя лампами. В третьей лампе *3Л3* сетка замкнута с анодом через резистор *R7*, поэтому эта лампа зажигается сразу после зажигания лампы *3Л2*. Аналогично включению лампы *3Л3* между катодом лампы *3Л2* и катодной шиной можно подключить и большее количество ламп.

Можно сделать так, что после зажигания лампы *3Л2* лампа *3Л3* периодически будет давать вспышки. Для этого нужно подключить ее по схеме релаксатора. Это

оживляет схему и создает видимость движения зарядов в цепи.

Особый интерес представляют узловые клеммы. Например, к клемме «—» вольтметра «*V*» (рис. 3) могут сходиться проводники *2*, *4*, *7* и *9*. В подобных случаях на узловой клемме прибора необходимо ставить отдельные изолированные контакты для каждой сетки лампы. Эти контакты должны располагаться близко друг к другу, чтобы при касании клеммы палец мог попадать одновременно на все контакты этого узла. На схеме (рис. 2) показан случай, когда в узловой клемме «*V*» размещены три контакта: *2К1*, *3К2* и *4К2*. При касании этой клеммы лампа *2Л1* загорится сразу, а лампа *3Л2* будет загораться при следующем касании, и то при условии, если будет подключена лампа *3Л1*; лампа *4Л2* загорается после зажигания лампы *4Л1*.

При составлении программы монтажа, то есть при нумерации проводников, необходимо предусмотреть, чтобы в узловой клемме размещалось не более одного контакта, связанного с одной из первых ламп ячеек, а сеточных контактов от вторых ламп может сходиться сколько угодно. Иначе при первом касании одновременно будут загораться все первые лампы, сетки которых будут выведены на эту клемму.

Сброс показаний осуществляется отключением питания с помощью выключателя *В1*.

Монтаж и настройка. Принципиальную схему наносят на панель из винипласта размером 500×250×3 мм. Затем по линии соединительных проводников пропиливают прорези шириной 3—4 мм. В эти прорези вставляют полоски из органического стекла такой же ширины и высотой 7 мм; при этом они будут выступать на 4 мм над плоскостью панели.

Из органического стекла толщиной 4 мм выпиливают контуры условных обозначений приборов, входящих в схему. В целом принципиальная схема получается рельефной и хорошо смотрится как с подсветкой, так и без нее. Для рассеивания света поверхность органического стекла, имитирующего соединительные проводники, с помощью наждачной шкурки делается слегка матовой.

Изображения приборов наносят на ватмане и по-

крывают листом прозрачного органического стекла толщиной 3—4 мм. Контактами, на которые выводятся сетки тиратронов, служат канцелярские булавки с головками. Эти булавки располагают на изображении клемм приборов и вдавливают нагретым паяльником. Над поверхностью рисунка они должны выступать не более чем на 3 мм. В случае размещения на одной клемме нескольких контактов, расстояние между ними должно быть не более 5 мм.

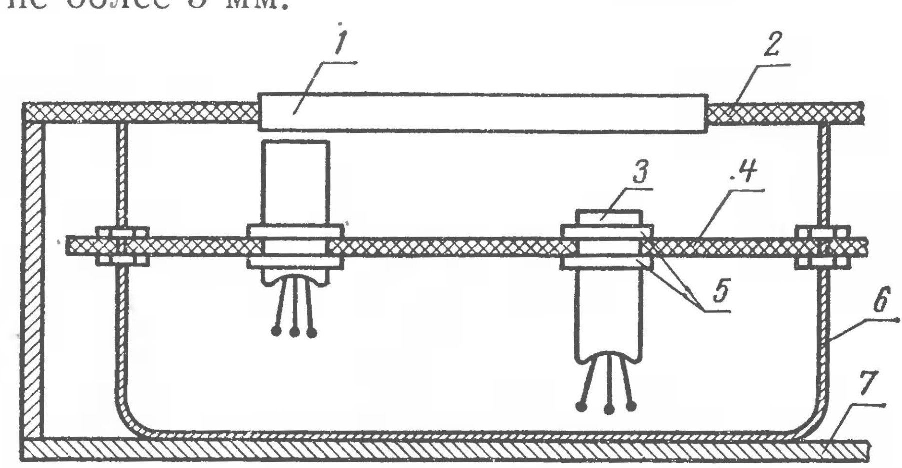


Рис. 4. Монтаж МТХ-90 в корпусе макета: *1* — «соединительные проводники» из оргстекла; *2* — панель из винипласта; *3* — МТХ-90; *4* — панель крепления ламп; *5* — резиновые кольца; *6* — скобы из металлического прутка; *7* — корпус прибора

Электронную часть макета монтируют на листовом винипласте толщиной 4 мм. На этой панели копируют принципиальную схему и в соответствующих местах просверливают под тиратроны отверстия диаметром 12 мм. Панель *4* с монтажной схемой размещают под принципиальной схемой на расстоянии 30 мм (рис. 4). Это необходимо для того, чтобы регулировать расстояние между лампами *3* и соединительными проводниками *1*. Если длина проводника небольшая, то лампы придвигают вплотную, для длинных проводников расстояние берется максимальным.

Перемещение тиратронов облегчается тем, что они крепятся на панели двумя резиновыми кольцами *5*, вырезанными из шланга диаметром 10—12 мм и надетыми на колбы ламп. С помощью двух скоб *6* из металлического прутка панель *4* удобно вынимать и вставлять в футляр, а также легко фиксировать ее между панелью *2* и дном корпуса прибора *7*.

Крепление других деталей на панели из винипласта не вызывает затруднений, заметим лишь, что их целесообразно размещать так, как они располагаются на принципиальной схеме.

В целом весь макет помещается в прямоугольном футляре размерами 50 × 50 × 8 см. Лицевую панель макета желательно расположить под углом 20—30° к поверхности стола. Это облегчает пользование макетом.

В налаживании устройство не нуждается. Главное, чтобы все детали были работоспособны и не было бы сделано ошибок при монтаже.

Необходимо проследить, чтобы фазовый провод сети был подключен к катодной шине. Если же на катодную шину будет подан нулевой провод, то при касании выводов сеток лампы не будут загораться.

Может случиться и так, что некоторые лампы будут зажигаться самопроизвольно. Такое явление наблюдается у тех ламп, у которых сеточные проводники имеют длину больше 50 см. Для устранения самопроизвольного зажигания необходимо параллельно с таким проводником поместить второй проводник-экран, один конец которого присоединяется к катоду этой же лампы, как это сделано на лампе *4Л2* (рис. 2). Для этой цели удобно использовать проводники с двумя изолированными жилами, из которых одна является сеточным проводником, а вторая — экраном. Экраном может служить также тонкая проволока с эмалевой изоляцией, обвивающая сеточный проводник и подключенная одним концом к катоду.

Удлинением сеточного проводника можно повышать чувствительность тех ламп, у которых завышено анодное напряжение зажигания.

Следует заметить, что область применения описанного устройства может быть расширена. Так как каждая ячейка макета позволяет проводить световую линию в заданном направлении, то подобные макеты можно применять при решении графических задач, например, по начертательной геометрии, при изучении обслуживания радиоаппаратуры, последовательности сборки и разборки оружия и т. п.

Если сетевое напряжение равно 127 В, то устройство необходимо питать через повышающий трансформатор с раздельными обмотками. В этом случае конденсаторы *1С2; 1С3; 2С2; 2С3* и т. п. можно из схемы исключить.

ТИРИСТОРНЫЕ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

А. Кузьминский, В. Ломанович

Обычная батарейная система зажигания обладает серьезными недостатками. Наиболее существенные из них: малая мощность искры, быстрый износ контактов прерывателя, коммутирующих ток порядка 4 А в цепи первичной обмотки катушки зажигания, и большая потребляемая мощность (порядка 50 Вт).

Предлагаемые тиристорные системы зажигания позволяют в несколько раз уменьшить мощность, потребляемую от бортсети автомобиля, и в 20—30 раз снизить ток, протекающий через контакты прерывателя. Мощность искры при этом возрастает не менее чем в 5 раз и почти не зависит от состояния свечей и прерывателя.

Ниже приводится описание двух конструкций блоков электронного зажигания на тиристорах «БТЗ-1» и «БТЗ-2». Они очень хорошо зарекомендовали себя во время длительной эксплуатации на автомобилях марки «Москвич», «Волга» и «Запорожец». Блоки тиристорного зажигания собраны из обычных деталей широкого применения.

Принципиальная схема «БТЗ-1» приведена на рис. 1. Кроме питания высоковольтным напряжением свечей зажигания, этот блок позволяет использовать в автомобиле различные маломощные бытовые приборы, рассчитанные на подключение к электросети с напряжением 220 В (электробритва, зубная щетка и пр.).

Так как стартер потребляет большой ток от аккумуляторной батареи, то в холодное время года напряжение батареи при запуске двигателя может снижаться до 6—7 В. Естественно, что в этот момент ухудшаются условия искрообразования и затрудняется пуск двигателя. Для поддержания необходимой мощности искры

в схему блока зажигания «БТЗ-2» (рис. 2) введено электромагнитное реле *Р1*, обмотка которого включается тем же выключателем, что и стартер. Контакты *Р1/1* и *Р1/2* при срабатывании реле включают дополнительную повышающую обмотку (*V*) трансформатора *Тр1*. Таким образом удается поддерживать необходимую мощность искры даже при падении напряжения акку-

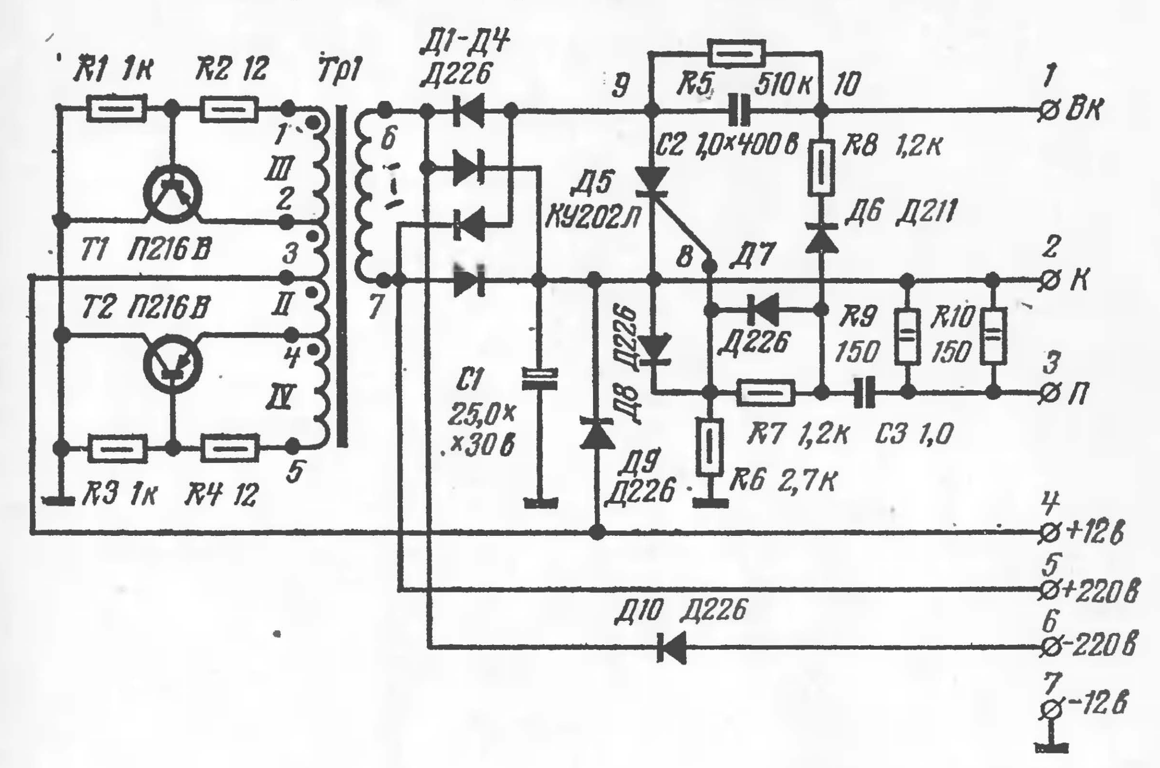


Рис. 1. Принципиальная схема блока тиристорного зажигания БТЗ-1

муляторной батареи до 5—6 В. Низкочастотный фильтр *Др1* и *С1* в цепи питания служит для подавления радиопомех.

Оба блока электронного зажигания выполнены по конденсаторно-контактной схеме с коммутирующим тиристором. Для получения необходимой энергии искрообразования используется накопительный конденсатор *С2* (*С3*), заряжающийся от высоковольтного преобразователя напряжения и разряжающийся через тиристор на первичную обмотку катушки зажигания. На вторичной обмотке катушки зажигания при этом индуцируется высокое напряжение, поступающее на свечи двигателя через распределитель. Преобразователи напряжения в обеих системах зажигания выполнены по схеме сим-

метричного блокинг-генератора. Схема позволяет использовать для установки транзисторов *T1* и *T2* общий неизолированный теплоотвод, соединенный с шасси (*«общий минус»*). При этом, помимо конструктивного упрощения узла преобразователя, значительно улуч-

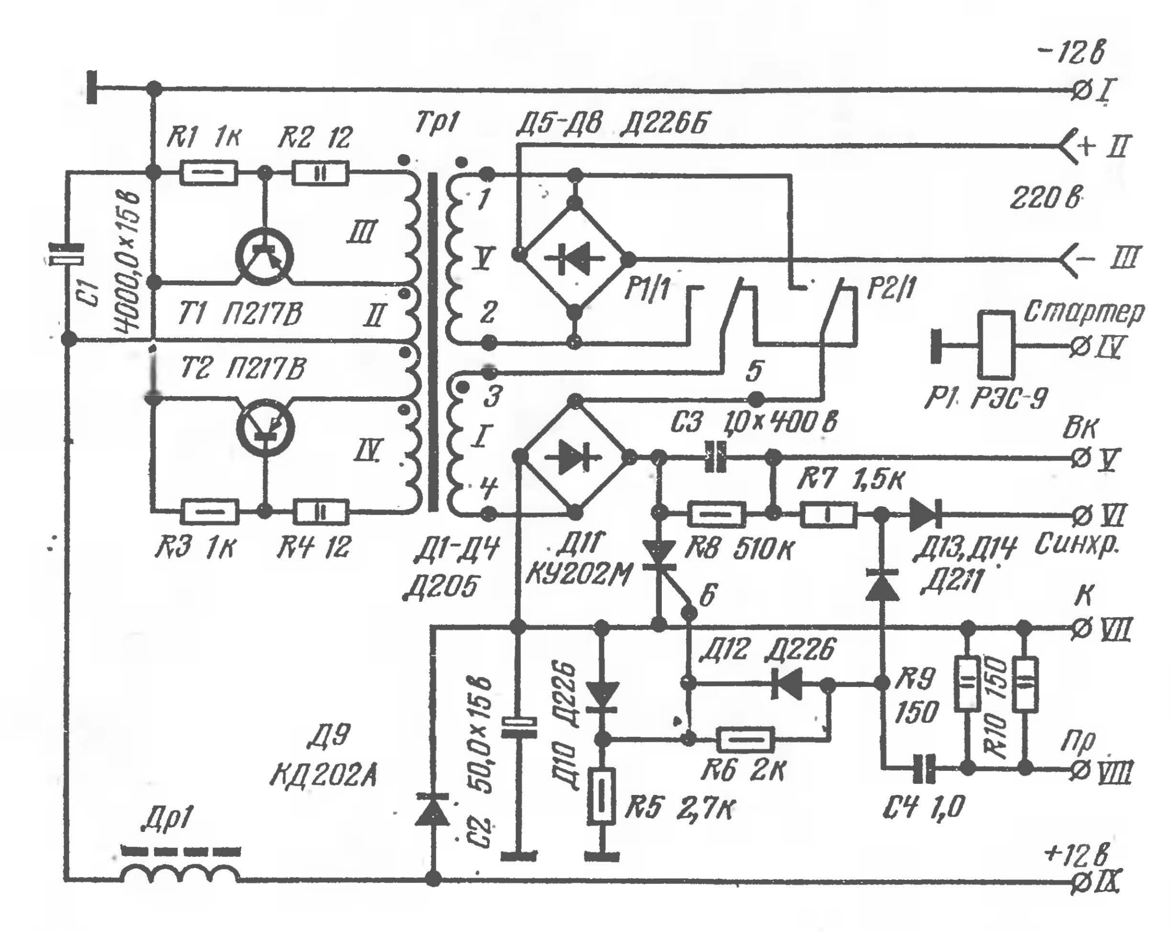


Рис. 2. Принципиальная схема блока тиристорного зажигания БТЗ-2

шается тепловой режим всего устройства и повышается надежность его работы.

Рассмотрим более подробно схему блока зажигания «БТЗ-1», приведенную на рис. 1. Принцип работы двухтактных транзисторных генераторов с трансформаторной обратной связью достаточно хорошо известен. Транзисторы *T1* и *T2* работают в ключевом режиме, коммутируя ток в первичной обмотке трансформатора *Тр1*. Во вторичной обмотке *Тр1* при этом индуцируется высокое напряжение симметричной формы (близкой к прямоугольной). Ко вторичной обмотке *Тр1* подключен выпрямительный мост *Д1—Д4*, с которого снимается постоянное напряжение около 400 *В*, используемое для

зарядки конденсатора *С2*. Тиристор *Д5* вначале закрыт. В момент замыкания контактов прерывателя, закорачивающего зажимы *3* и *7* устройства зажигания, конденсатор *С3* заряжается через диоды *Д8—Д9* и резистор *R7* почти до полного напряжения аккумуляторной батареи. Резистор *R7* обеспечивает некоторую задержку времени заряда, устраняя воздействие «дребезга» контактов прерывателя в момент замыкания.

При размыкании контактов прерывателя (зажимы *3—7* БТЗ) конденсатор *С3* разряжается через диод *Д7*, управляющий электрод тиристора *Д5* и резисторы *R9—R10*. При этом на управляющий электрод тиристора *Д5* поступает положительный импульс, открывающий тиристор. Накопительный конденсатор *С2*, заряженный до напряжения около 400 В, разряжается через тиристор *Д5* и первичную обмотку катушки зажигания (зажимы *1* и *2* БТЗ). Одновременно открывшийся тиристор *Д5* шунтирует выходную цепь преобразователя напряжения, срывая генерацию.

Отрицательный импульс, поступающий с первичной обмотки катушки зажигания через цепочку *R8—Д6* после переключения тиристора *Д5*, мгновенно перезаряжает конденсатор *С3*. Вследствие этого длительность управляющего импульса, открывающего тиристор, не превышает 2 мкс. Это обеспечивает образование одной искры и в то же время предохраняет тиристор от многократного переключения. После разряда конденсатора *С2* тиристор *Д5* закрывается, возобновляется генерация в преобразователе и весь процесс повторяется.

Для облегчения запуска преобразователя напряжения на базы транзисторов *T1* и *T2* задается небольшое отрицательное смещение с делителей напряжения *R1, R2* и *R3, R4*. В целях предотвращения самопроизвольного переключения тиристора *Д5* под воздействием помех, возникающих при работе преобразователя напряжения и некоторых элементов электрооборудования автомобиля (генератор, реле-регулятор, указатели поворотов и т. д.), в цепь управления тиристора введен фильтр *С1 Д9*. Кроме того, дополнительно на управляющий электрод тиристора *Д5* задается защитное отрицательное смещение 0,5—0,7 В, снимаемое с цепочки *R6 Д8*.

Отличие второго преобразователя напряжения (рис. 2) от первого состоит в том, что он имеет две

повышающих обмотки (*I* и *V*). С помощью контактов электромагнитного реле *R1* эти обмотки могут включаться последовательно для увеличения напряжения, поступающего на вход выпрямительного моста *Д1—Д4* при затрудненном запуске двигателя. Второй выпрямительный мост, собранный на диодах *Д5—Д8*, предназначен для питания дополнительных маломощных потребителей тока. Он может обеспечить мощность около 20 Вт, при напряжении 220—230 В. Зажим *VI* (*«синхр.»*) служит для подключения вспомогательных приборов системы контроля и регулирования работы двигателя (тахометрического стабилизатора напряжения и др.).

Детали и конструкция блоков зажигания. При изготовлении устройства зажигания особое внимание следует уделить трансформатору преобразователя напряжения, от которого в основном зависит надежность работы электронного блока. Лучше всего воспользоваться для изготовления этого трансформатора тороидальным сердечником из стали марки Э330—Э340 (ХВП) или из сплава 34НКМП или 79НМ (пермаллой). В первом случае можно применить сердечник ОЛ25/40×12,5 или подобный ему, но с несколько большим сечением. Из пермаллоевых сердечников можно рекомендовать ОЛ25/40 × 6,5 (2 шт.).

Можно также использовать для изготовления этого транформатора сердечник из обычной трансформаторной стали марки Э42 или Э43 (пластины Ш16, набор 16 мм). При подборе сердечника нужно учитывать, что сечение его магнитопровода должно быть не менее 2 см^2. Каркас для катушки трансформатора делают из электрокартона, выводы обмоток закрепляют на периметре щечки каркаса. Для придания трансформатору повышенной влагостойкости, катушку после намотки пропитывают электроизоляционным лаком или компаундом (например, КП-10).

Намоточные данные трансформатора *Тр1*, выполненного на Ш-образном и тороидальном сердечниках, приведены в таблице.

Вначале на катушку наматывают повышающую обмотку *I*. Для межслоевой изоляции можно использовать кабельную бумагу. Тороидальный сердечник перед укладкой повышающей обмотки изолируют двумя-тремя слоями лакоткани или фторопласта. Затем наматывают

обмотки *II, III* и *IV*. Для улучшения симметрии преобразователя и уменьшения индуктивности рассеяния трансформатора базовые и эмиттерные обмотки наматывают в два провода, располагая витки обмоток *III* и *IV* между витками обмотки *II*.

Обмотка	Число витков		Провод	Примечание
	сердечник Ш16×16	сердечник ОЛ25/40×12,5		
I	1200	1700	ПЭЛШО 0,18	
II	35+35	50+50	ПЭВ-21,0	Намотка ведется в два провода
III и IV	10+10	15+15	ПЭЛШО 0,31	—»—

Трансформатор *Тр1* в схеме на рис. 2 выполнен на тороидальном сердечнике типа ОЛ32/50 × 16. Основная повышающая обмотка *I* у него содержит 1200 витков провода ПЭЛШО 0,25; дополнительная повышающая обмотка *V* имеет 600 витков того же провода; эмиттерная обмотка *II* содержит 33 + 33 витка провода ПЭВ-2 1,0; базовые обмотки *III* и *IV* имеют по 10 витков провода ПЭЛШО 0,41. Обмотки располагаются в том же порядке, что и у *Тр1* в схеме на рис. 1.

Если отсутствуют сердечники указанных марок и типоразмеров, то несложно определить пригодность имеющегося сердечника для указанных трансформаторов. Общая мощность трансформатора, используемого в преобразователе напряжения, определяется его суммарной нагрузкой. Она, в свою очередь, равна мощности, затрачиваемой на искрообразование при максимальных оборотах двигателя и максимальной мощности одного или нескольких потребителей тока, которые могут подключаться к электронному блоку. Если эти потребители тока во время движения автомобиля не используются, учитывается лишь одна из указанных нагрузок (максимальная).

Величина полезной мощности, затрачиваемая на искрообразование, зависит от числа цилиндров двигателя и скорости вращения коленчатого вала.

Для четырехтактного двигателя частота искрообразования равна:

$$F_{искр} = \frac{nN_ц}{120}, \text{ где}$$

n — число оборотов коленчатого вала в минуту;
$N_ц$ — число цилиндров.

Далее определяем мощность, затрачиваемую на одну искру:

$$P_{искр} = \frac{CU^2}{2} \text{Вт}/искр, \text{ где}$$

C — емкость накопительного конденсатора (фарад);
U — напряжение на накопительном конденсаторе.

В нашем случае при $C = 1{,}0$ мкФ и $U = 400$ В

$$P_{искр} = \frac{1 \cdot 10^{-6} \cdot 400}{2} = 0{,}08 \text{ Вт}/искр.$$

Мощность, затрачиваемая на искрообразование при 6000 об/мин:

$$P_{макс} = F_{искр} \cdot P_{искр} = \frac{nN_ц}{120} \cdot 0{,}08 = \frac{6000 \cdot 4}{120} \cdot 0{,}08 = 16 \text{ Вт}.$$

Примерно такая же мощность расходуется при работе электробритвы (15—18 Вт). Так как обычно электронный блок используется для питания одной из указанных нагрузок, то очевидно, что максимальная мощность преобразователя может не превышать 18—20 Вт.

В том случае, когда величина индукции насыщения (B_m), имеющегося в наличии сердечника, неизвестна, прибегают к экспериментальному методу. На сердечник наматывают базовые и эмиттерные обмотки для включения в преобразователь. Их соединяют друг с другом и подключают к транзисторам *Т1* и *Т2*, как это показано на схеме на рис. 1. Намотка ведется в два провода; базовые обмотки должны иметь по 10—15 витков провода ПЭЛШО 0,25—0,31, эмиттерные — по 30—50 витков провода ПЭЛ-2 1,0. Подключив источник питания, определяют частоту генерации и ток, потребляемый устройством. Для измерения частоты лучше всего воспользоваться электронным осциллографом или частотомером. В домашних условиях можно приближенно определить частоту генератора, сравнив высоту звука прослушиваемого при работе преобразователя с тоном музыкального инструмента, например, пианино. Обычно частота генерации не превышает 200—600 Гц (в зависимости от сердечника). Форма генерируемых колебаний должна быть по возможности близкой к прямоугольной, ток, потребляемый устройством, не должен превышать 0,5—0,6 А при напряжении источника питания 12 В. Значение B_m определяют по формуле:

$$B_m = \frac{U_э \cdot 10^4}{4fS_{ст}K_{ст}},$$

где f — частота, вырабатываемая преобразователем, Гц;
$S_{ст}$ — сечение сердечника, см²;
$K_{ст}$ — коэффициент заполнения сердечника сталью;
$U_э$ — значение переменного напряжения на половине эмиттерной обмотки, В.

Для ленточных тороидальных сердечников величина $K_{ст}$ находится в пределах $0{,}9 \div 0{,}95$. У сердечников, набранных из обычных Ш-образных пластин, $K_{ст} = 0{,}75 \div 0{,}8$.

Максимальная мощность, которая может быть снята с трансформатора, выполненного на данном сердечнике, определяется с помощью следующей формулы:

$$P_{тр.\ пр} = 0{,}77 \cdot 2fB_m\sigma\eta_{тр}K_{ст}S_{окна}K_{меди}.$$

Величины f, B_m, $S_{ст}$, $K_{ст}$ нам уже известны, а плотность тока в обмотках трансформатора (σ) выбирают обычно в пределах $3 \div 5$ А/мм².

$\eta_{тр}$ — коэффициент полезного действия трансформатора (для тороидальных сердечников $\eta = 0{,}9$, для сердечников типа ШЛ $\eta = 0{,}85$ и для Ш-образных сердечников из обычной трансформаторной стали $\eta = 0{,}75 \div 0{,}8$);

$S_{окна}$ — сечение окна сердечника в см²;

$K_{меди}$ — коэффициент заполнения окна обмотками выбирают в пределах $0{,}2 \div 0{,}25$.

Следует указать, что оптимальная частота для преобразователя с трансформатором, выполненном на обычном сердечнике из трансформаторной стали, не должна превышать $200 \div 250$ Гц. В противном случае, тепловые

потери в сердечнике трансформатора резко возрастают, так что нагрев его может превысить допустимую величину. Заметим также, что при использовании сердечников с низкими электромагнитными параметрами увеличение частоты преобразователя приводит к искажению формы генерируемого напряжения и значительному снижению к. п. д. преобразователя. Для сердечников типа ШЛ оптимальная частота преобразователя лежит в пределах 250 ÷ 300 Гц и для сердечников типа ОЛ — 600 ÷ 700 Гц. Необходимо учитывать также, что с увеличением частоты преобразователя возрастают потери в полупроводниковых приборах и увеличивается ток потребления преобразователя.

В целях повышения надежности работы устройства желательно при расчете предусмотреть двухкратный запас по мощности у трансформатора преобразователя.

После выбора сердечника определяют намоточные данные трансформатора. Число витков половины эмиттерной обмотки (приходящихся на один транзистор) находим с помощью следующего выражения:

$$n_{\text{эмит}} = \frac{U_э \cdot 10^4}{4B_m K_{\text{ст}} S_{\text{ст}}},$$

где $U_э = U_{\text{акк}} - U_{\text{кэ}}$;

$U_{\text{кэ}}$ — падение напряжения на открытом транзисторе (напряжение насыщения) = 0,5 ÷ 1 В.

Если напряжение аккумуляторной батареи 12 В, $U_ц = 12 - 0{,}5 = 11{,}5$ В. Остальные параметры нам также известны и могут быть использованы для расчета.

Далее определяем число витков в одном плече базовой обмотки:

$$n_{\text{базы}} = n_{\text{эмит}} \frac{3 \div 4}{U_э}.$$

Число витков повышающей обмотки находим с помощью выражения:

$$n_{\text{повыш}} = n_{\text{эмит}} \frac{U_{\text{выпр}}}{U_э}.$$

Затем определяем диаметр провода для всех обмоток трансформатора преобразователя. Для этого вначале находим амплитудное значение тока коллектора транзисторов *Т1* и *Т2*.

$$I_{\text{к}m} = \frac{P_{\text{общ}}}{\eta_{\text{пр}} U_{\text{акк}}},$$

где $P_{\text{общ}} = 20$ Вт ;

$\eta_{\text{пр}}$ (к. п. д. преобразователя) = 0,7;

$U_{\text{акк}} = 12$ В.

$$I_{\text{к}m} = \frac{20}{0{,}7 \cdot 12} = 2{,}4\ A.$$

Находим действующее значение тока в эмиттерной обмотке *Тр1*:

$$I_э = \frac{I_{\text{к}m}}{\sqrt{2}} = \frac{2{,}4}{1{,}41} = 1{,}7\ A.$$

Если принять средний коэффициент усиления по току ($B_{\text{ст}}$) для транзисторов *Т1* и *Т2* равным 10, то действующее значение тока в базовой обмотке можно определить с помощью следующего соотношения:

$$I_б = \frac{I_э}{B_{\text{ст}}} = \frac{1{,}7}{10} = 0{,}17\ A.$$

Далее находим диаметр провода для эмиттерной и базовой обмоток:

$$d_э = 1{,}13\sqrt{\frac{I_э}{\sigma}} = 1{,}13\sqrt{\frac{1{,}7}{3 \div 5}} = 0{,}85 \div 0{,}67\ мм$$

$$d_б = 1{,}13\sqrt{\frac{I_б}{\sigma}} = 1{,}13\sqrt{\frac{1{,}7}{3 \div 5}} = 0{,}27 \div 0{,}21\ мм$$

(σ — плотность тока в обмотках трансформатора 3—5 А/мм²). Затем, задавшись выходным напряжением преобразователя (400 В) при номинальной мощности 20 Вт, определяем действующее значение тока в повышающей обмотке *Тр1* в схеме рис. 1:

$$I_{\text{вых}} = \frac{P_{\text{общ}}}{U_{\text{выпр}}} = \frac{20}{400} = 0{,}05\ A.$$

Таким же образом определяем действующее значение тока в дополнительной повышающей обмотке *Тр1* в схеме рис. 2:

$$I_{вых} = \frac{P_{общ}}{U_{выпр}} = \frac{20}{220} = 0{,}091\ A.$$

Далее находим диаметр провода для намотки повышающих обмоток:

$$d_1 = 1{,}13 \sqrt{\frac{0{,}05}{3 \div 5}} = 0{,}145 \div 0{,}11\ мм$$

$$d_2 = 1{,}13 \sqrt{\frac{0{,}091}{3 \div 5}} = 0{,}195 \div 0{,}15\ мм.$$

Перед установкой транзисторов на теплоотводе нужно убедиться в их исправности. Желательно подобрать транзисторы с равными (или по возможности близкими) величинами обратных токов коллекторных переходов и коэффициентов усиления по току ($B_{ст}$). Плоскость теплоотвода должна быть тщательно отшлифована, чтобы обеспечить надежное прилегание к поверхности транзисторов, которые закрепляют на теплоотводе с помощью четырех винтов с резьбой М3. Заметим, что в схемах на рис. 1 и 2 можно использовать любые мощные транзисторы (например, П213—217, П210 и пр.). Следует только учитывать допустимое напряжение между коллектором и эмиттером транзистора и мощность рассеяния. Суммарная мощность рассеяния, выделяющаяся на транзисторах *Т1* и *Т2*, находится в пределах $15 \div 22$ Вт. Поверхность пластинчатого охладителя (радиатора), используемого для установки транзисторов *Т1* и *Т2*, должна иметь площадь не менее $25 \div 30$ см². При этом предельная температура для транзисторов преобразователя не будет превышать $60 \div 70°$ С.

Все выпрямительные диоды перед установкой в схему блоков зажигания обязательно проверяют. При подключении диодов *Д1—Д4* и *Д10* к источнику постоянного напряжения 600 В ток утечки не должен превышать 10 мкА. Для проверки диодов *Д5—Д8* в схеме на рис. 2 испытательное напряжение может быть снижено до 400 В.

Тиристоры *Д5* и *Д11* желательно проверить на напряжение и ток переключения. Для этого собирают схемы, приведенные на рис. 3,*а* и *б*. Затем постепенно увеличивая напряжение источника питания (например, с помощью автотрансформатора ЛАТР-1 или ЛАТР-2),

проверяют указанные параметры тиристоров. Показания вольтметра *В1* (рис. 3,*а*) в момент переключения тиристора *Д5*, скачком упадут до нуля, а миллиамперметр *А1* при этом отметит резкое увеличение тока. Заметим, что тиристоры с напряжением переключения ниже 500 В в устройствах зажигания применять не следует. Точно также не рекомендуется использовать в схемах на рис. 1 и 2 тиристоры с током утечки более 1 мА (рис. 3,*б*). Такие тиристоры во время работы будут сильно перегреваться и быстро выйдут из строя. При проверке тиристоров нужно учесть, что у некоторых из них (например, у тиристоров типа КУ202Н) напряжение переключения может достигать 700 В, а ток утечки при рабочем напряжении 400—450 В не превышает нескольких десятков мкА.

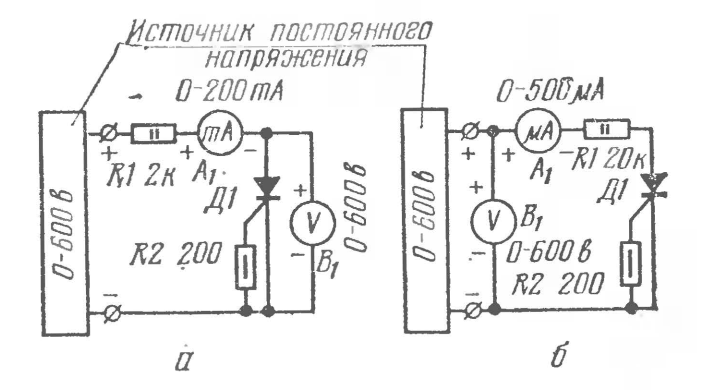


Рис. 3. Схемы проверки тиристоров: *а* — проверка напряжения переключения; *б* — проверка тока утечки

Все постоянные резисторы, используемые в схемах на рис. 1 и 2, типа МЛТ-0,5 и МЛТ-2. В схеме на рис. 1 конденсатор *С1* — электролитический, типа К50-6, *С2* — типа МБГО на номинальное напряжение 400 В, *С3* — металлобумажный, МБМ. В схеме на рис. 2 конденсатор *С1* — электролитический типа К50-6, *С2* — три параллельно включенных конденсатора типа К50-6 $100{,}0 \times 25$ В, *С3* — МБГО на номинальное напряжение 600 В, *С4* — металлобумажный, МБМ.

Дроссель *Др1* (рис. 2) выполнен на сердечнике КД-ТД-4 (ШЛ 16×20). Обмотка его содержит 120 витков провода ПЭВ-2 1,0. Электромагнитное реле *Р1* (рис. 2) типа РЭС-9 (паспорт № РС4.524.203).

Основанием блока зажигания, выполненного по схеме на рис. 1, служит дюралюминиевая пластина размером $160 \times 70 \times 6$ мм. Транзисторы *Т1* и *Т2* укреплены

на дюралюминиевой пластине размером 70 × 45 × 6 мм. Ее устанавливают на расстоянии 50 мм от края пластины-основания и закрепляют в вертикальном положении с помощью двух винтов с резьбой М4. На верхней торцевой части этой пластины закрепляют тремя винтами с резьбой М3 свободный от деталей край верхней платы колончатого модуля, объединяющего почти все мелкие схемные детали блока зажигания (исключая трансформатор *Тр1*, накопительный конденсатор *С2*, транзисторы *Т1* и *Т2* и тиристор *Д5*). Все детали, подлежащие монтажу в модуле, располагают в указанном на рис. 4 порядке между верхней и нижней платами модуля, установленными на расстоянии 35 мм друг от друга. Схема соединительных перемычек на платах модуля приведена на рис. 5,*а* и *б*. Отметим, что качество монтажа и надежность всех паек в модуле должны быть безупречными, так как иначе он быстро выйдет из строя при работе на автомобиле. Платы модуля могут быть выполнены способом печатного монтажа из фольгированного стеклотекстолита или гетинакса. Однако практика показала, что значительно более надежными в эксплуатации оказались объемные модули с навесными деталями, установленными на монтажных лепестках или пистонах. Для монтажа лучше всего использовать медный посеребренный провод диаметром 0,5—0,75 мм.

Закрепив объемный модуль на радиаторе транзисторов *Т1* и *Т2*, рядом с ним на пластине-основании устанавливают трансформатор *Тр1*. С другой стороны модуля располагают накопительный конденсатор *С2* и тиристор *Д5*, который закрепляют на основании с помощью небольшого медного или латунного угольника, выполняющего также роль дополнительного теплоотвода для тиристора. Корпус тиристора изолируют с помощью двух слюдяных шайб толщиной 0,05—0,1 мм и проходной фторопластовой втулки, надетой на крепежный винт.

Блок зажигания, выполненный по схеме рис. 1, помещают в защитный металлический кожух размером 155 × 80 × 75 мм. Его можно изготовить из листового дюралюминия толщиной 1,5—2,0 мм или стального листа толщиной 1,0 мм. Для лучшей герметизации рекомендуется проложить резиновую окантовку между основанием и кожухом блока.

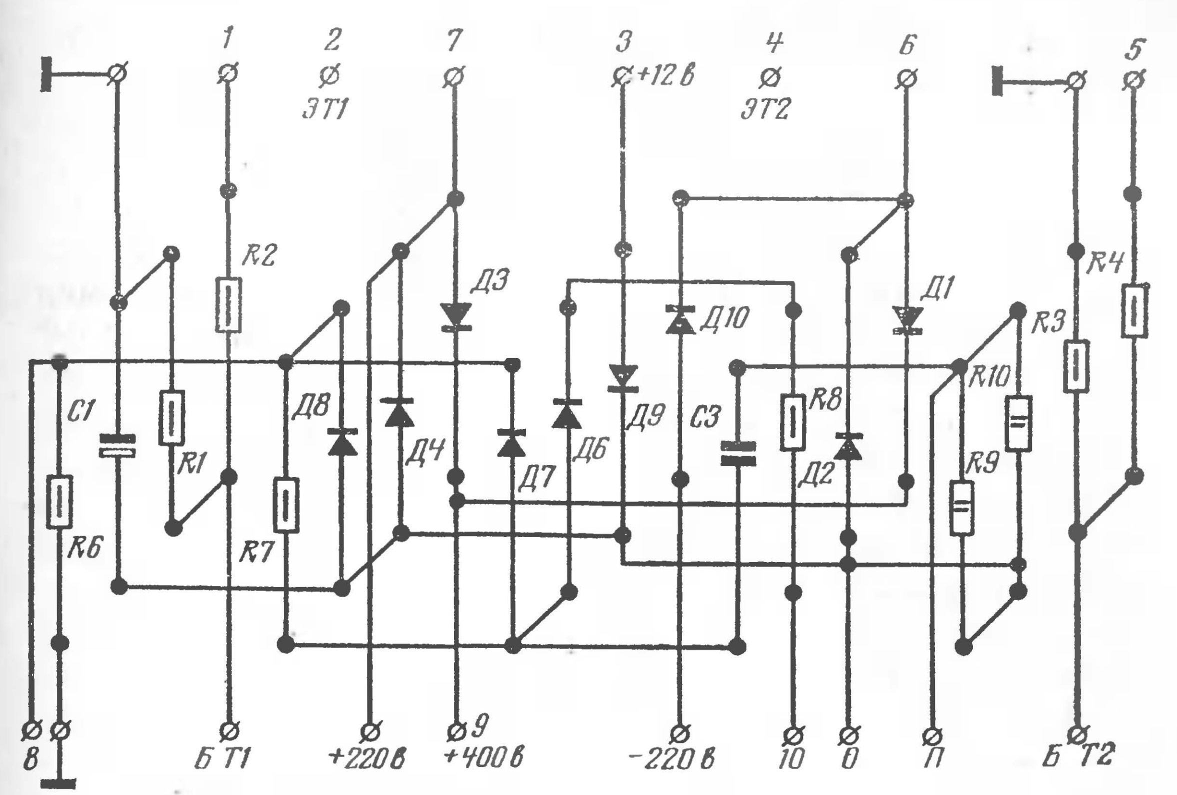


Рис. 4. Схема расположения деталей в объемном модуле БТЗ-1

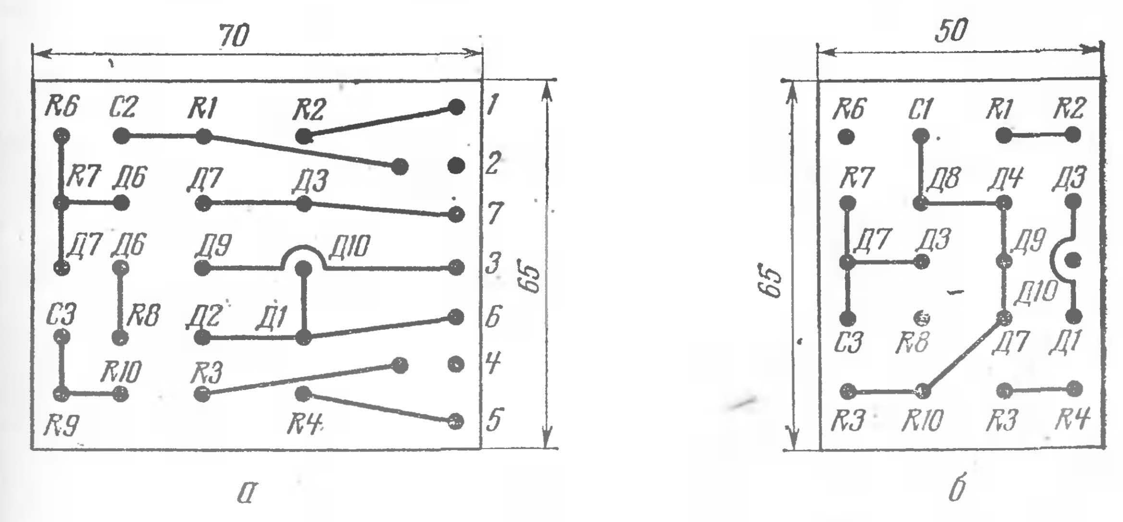


Рис. 5. Монтажные платы объемного модуля БТЗ-1: *а* — верхняя плата (вид сверху); *б* — нижняя плата (вид снизу)

Правильно собранный блок зажигания, особенно при тщательной проверке всех устанавливаемых в схему деталей, обычно в дополнительной наладке не нуждается. Если устройство зажигания переходит в режим непрерывной генерации и не управляется контактами прерывателя, то либо в нем применен тиристор с низким напряжением переключения, либо пробит диод *Д9*. Иногда это явление может наблюдаться из-за недостаточ-

ной емкости конденсатора *C1* и неисправности диода *Д6*. Если транзисторы *T1* и *T2* заведомо исправны, а генерации все же нет, то для выявления причины неисправности преобразователя напряжения отключают вначале от повышающей обмотки трансформатора *Тр1* конденсатор *C2*, затем тиристор *Д5* и выпрямительный мост *Д1—Д4* и заменяют неисправные детали. В тех случаях, когда работа преобразователя сопровождается хриплым или шипящим звуком, проверяют исправность диодов *Д1—Д4* и транзисторов *T1—T2*. Причиной неисправности накопительного конденсатора *C2* может явиться замыкание одного из выводов на корпус или пробой между обкладками конденсатора. В случае неисправности тиристора *Д5* прежде всего нужно убедиться в целости слюдяных шайб и проходной втулки, изолирующих корпус тиристора от крепежного угольника. Если изоляция не повреждена и сам тиристор исправен, а генерации все же нет даже при отключении повышающей обмотки *Тр1* от всех перечисленных деталей, то причину неисправности следует искать в самом трансформаторе преобразователя напряжения (неправильное включение, обрыв или межвитковые замыкания в обмотках).

Отсутствие искрообразования при размыкании контактов прерывателя указывает на то, что цепь управления тиристором разомкнута (например, при повреждении диода *Д9*).

При проверке устройства зажигания вне автомобиля следует обязательно соединить корпус катушки зажигания с корпусом электронного блока, так как в противном случае может произойти пробой катушки и повреждение деталей электронного блока.

При монтаже блока зажигания на автомобиле его устанавливают под капотом по возможности дальше от выпускного коллектора двигателя и закрепляют с помощью четырех винтов с резьбой М5 или М6. Температура в месте установки блока не должна превышать +70° С, иначе надежность работы устройства зажигания снижается из-за сильного перегрева полупроводниковых приборов.

Для подключения устройства зажигания к бортсети автомобиля лучше всего воспользоваться каким-либо подходящим штепсельным разъемом (например, типа РШАБПБ-14), как это показано на рис. 6. При этом

обеспечивается быстрый переход от одного вида зажигания к другому. Для этого достаточно изменить положение вилки в гнезде разъема на 180°, как это показано на рис. 6 («*ОЗ*» — обычное зажигание, «*ТЗ*» — тиристорное зажигание). Кроме того, вилка может служить «ключом» противоугонного устройства — если вынуть ее из гнезда, то обе системы зажигания окажутся отключенными. Не зная схемы «ключа», запустить двигатель

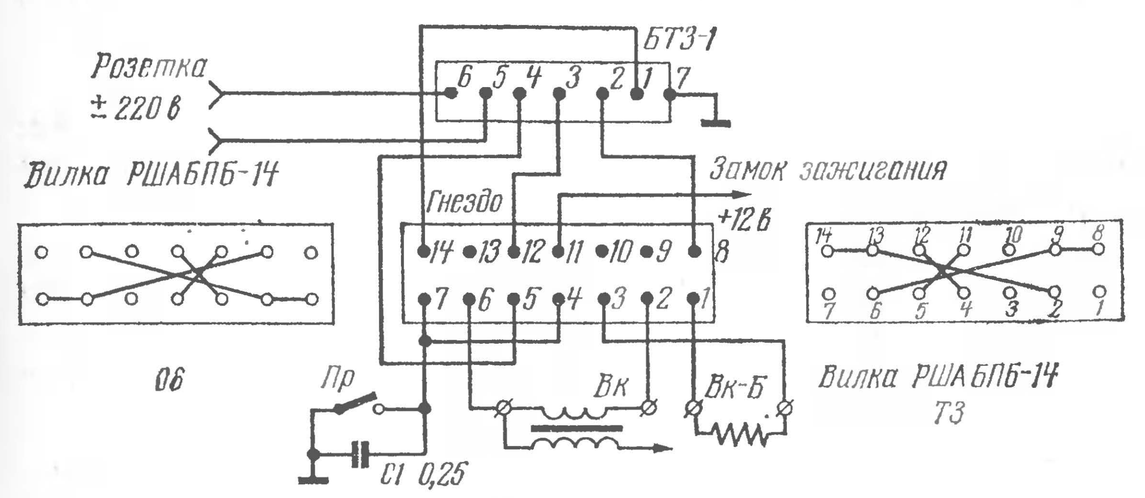


Рис. 6. Схема установки БТЗ-1 на автомобиле

будет затруднительно, так как помимо указанных на рис. 6, возможно множество других вариантов расположения перемычек в вилке.

В случае использования блока зажигания на автомобилях с 6-вольтовой аккумуляторной батареей необходимо помимо пересчета намоточных данных трансформатора преобразователя напряжения также скорректировать величину сопротивления резисторов *R1—R2* и *R3—R4* (делители напряжения в цепях баз транзисторов *T1—T2*).

БЛОК ЭЛЕКТРОННОГО ЗАЖИГАНИЯ НА ТИРИСТОРЕ ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ

А. Благовещенский

Предлагаемый вниманию читателей блок электронного зажигания на тиристоре разработан на базе аналогичного блока, предложенного Е. Зубовым (см. статью «Упрощенная система зажигания», «Радио», 1968 г., № 10, стр. 44—45). Для повышения эффективности вы-

прямителя в новый блок (рис. 1) введен диодный мост, а чтобы в дальнейшем избежать регулировки, в цепь управляющего электрода тиристора включен резистор сопротивлением 3,3 кОм и изменены номиналы некоторых элементов.

При работе блока зажигания постоянный ток от бортовой сети автомобиля преобразуется в переменный с помощью генератора, собранного на транзисторах

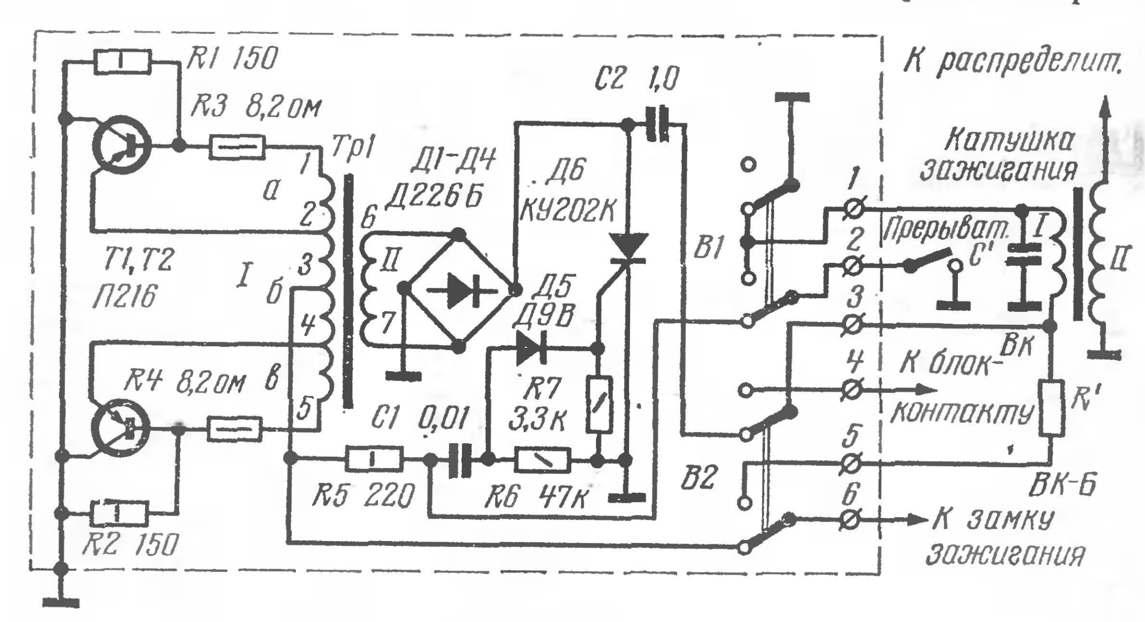


Рис. 1. Принципиальная схема блока

Т1 и *Т2* и трансформаторе *Тр1*. При этом напряжение его повышается с 12 до 240 В. После преобразования переменный ток снова выпрямляется диодным выпрямителем *Д1—Д4*. Выпрямленным током заряжается конденсатор *С2*. Тиристор *Д6* закрыт, пока на его управляющий электрод не подан положительный импульс. Такой импульс подается на тиристор с конденсатора *С1* через диод *Д5* в момент разрыва контактов прерывателя. Тиристор открывается и замыкает на корпус выпрямительный мост и конденсатор *С2*. Конденсатор *С2* разряжается через тиристор и первичную обмотку катушки зажигания, создавая во вторичной обмотке импульс высокого напряжения. Пока тиристор открыт, преобразователь не работает, и напряжения на выходе моста нет. Поэтому, как только закончится разряд конденсатора *С2*, тиристор запирается. С этого же момента возобновляет работу преобразователь, и цикл работы блока повторяется.

В случае необходимости простым переключением выключателей *В1* и *В2* автомобиль может быть переведен с электронного зажигания на обычное.

Конструкция и монтаж блока поясняются рис. 2. Показанные на рисунке соединения выполнены изолированным одножильным монтажным проводом, например,

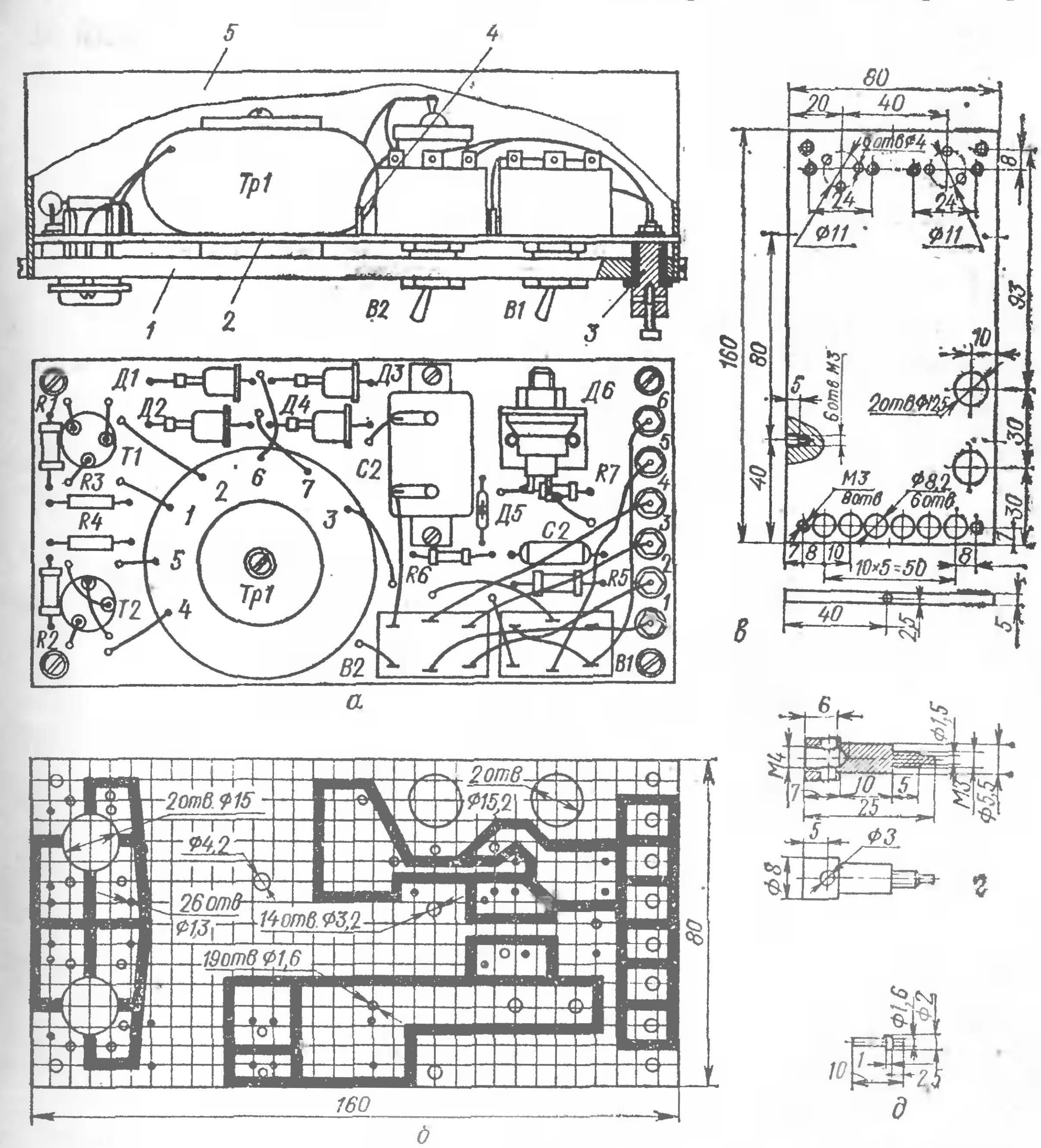


Рис. 2: *а* — конструкция и монтаж блока, *б* — печатная плата блока, *в* — установочная пластина, дюралюминий, 5 мм, *г* — гнездо, бронза, 6 шт.; *д* — штырь, медь, 19 шт.

ПМВ 0,5. Остальные соединения получаются при распайке элементов на печатной плате. При сборке блока монтажную плату 2 (рис. 2,*б*) устанавливают к пласти-

не *1* (рис. 2,*в*) фольгированной стороной. Штыри *4* (рис. 2,*д*) вставляют короткими концами в отверстия диаметром 1,6 мм на плате. Концы штырей расклепывают и пропаивают. После установки и запайки всех деталей плату с обеих сторон покрывают прозрачным цапонлаком (можно использовать и нитроглифталевый лак).

К корпусу (чертежи на него не приводятся) блок крепится по торцам пластины шестью винтами М3. Для герметичности зазоры на проходе через пластину гнезд *3* (рис. 2,*г*) заливают лаком. При установке блока на автомобиле пластина должна иметь надежное электрическое соединение с кузовом.

Детали. В блоке зажигания использованы резисторы МЛТ-1 и МЛТ-0,25. Конденсатор *C1* — БМ-1, а *C2* — МБГО на 300 В. Диоды Д226 могут быть заменены Д7Ж, диод Д9В — любым импульсным диодом, а транзисторы П216 — МП4В или МП4Г. При замене следует помнить об установочных размерах, которые определяются печатной платой.

Трансформатор *Тр1* выполнен на сердечнике из двух сложенных вместе ферритовых колец К40×25×7,5 марки 2000 НМ. Обмотка *I* между выводами *1—2* содержит 20 витков провода ПЭВ 0,31; между выводами *2—3—4*—90 +90 витков провода ПЭВ 0,9; *4—5*—20 витков того же провода. Обмотка *II* (выводы *6—7*) имеет 1800 витков провода ПЭВ 0,2 или ПЭЛШО 0,2.

Монтажная плата (рис. 2,*б*) изготовлена фотохимическим способом. Но если требуется только один экземпляр, то проще перенести прямо на фольгированный гетинакс чертеж с рис. 2,*б* (шаг координатной сетки — 5 мм) и удалить зачерненные места.

Налаживания правильно собранный блок не требует, работать он начинает сразу. При проверке собранного блока необходимо следить, чтобы искровой зазор в цепи повышающей обмотки катушки зажигания не превышал 10 мм, иначе может пробиться изоляция в катушке.

ГИБРИДНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ СЕРИИ К237

В. Иванов

Серия микросхем К237 разработана для использования в радиовещательных АМ и ЧМ приемниках I, II и III классов, а также в устройствах магнитной записи. Микросхемы, входящие в эту серию, представляют собой законченные функциональные блоки радиовещательной и звукозаписывающей аппаратуры и по степени интеграции значительно превышают все виды микросхем, разработанных для бытовой аппаратуры.

Микросхемы серии К237 выполнены по тонкопленочной технологии с применением бескорпусных транзисторов и пленочных резисторов и конденсаторов. Плата микросхемы заключена в герметичный пластмассовый корпус с 14-ю плоскими выводами, расположенными в два ряда. Габаритный чертеж корпуса дан на рис. 1. Расшифровывают маркировку микросхем следующим образом: первая буква (К) означает, что микросхема предназначена для аппаратуры широкого применения, вторая цифра (2) указывает на то, что это гибридная интегральная микросхема, две буквы за цифрой 2 определяют область применения (например ЖА — в преобразователе и усилителе высокой частоты), следующая цифра (3) сообщает тип технологии (тонкопленочная), и наконец, последние две цифры обозначают порядковый номер серии.

Технологический процесс изготовления плат состоит из напыления на металлическую подложку размером 48 × 60 мм двух слоев: резистивного (тантал) и проводящего (никель). Напыление производится в одном вакуумном цикле с последующими двойным фотолито-

графическим травлением и разрезкой на платы размером 6 × 16 мм. Изготовленные платы содержат все пассивные элементы (резисторы) и межэлементные соединения. На краях платы вдоль длинных сторон расположены площадки для пайки выводов. Выводы микросхемы выполнены из металлической ленты. Пайка предварительно подготовленных особым образом выводов выполняется групповым методом. Затем к плате крепят планку с транзисторами и приваривают выводы транзисторов к соответствующим контактным площадкам платы. Собранную конструкцию устанавливают в пластмассовый корпус и герметизируют заливкой эпоксидным компаундом.

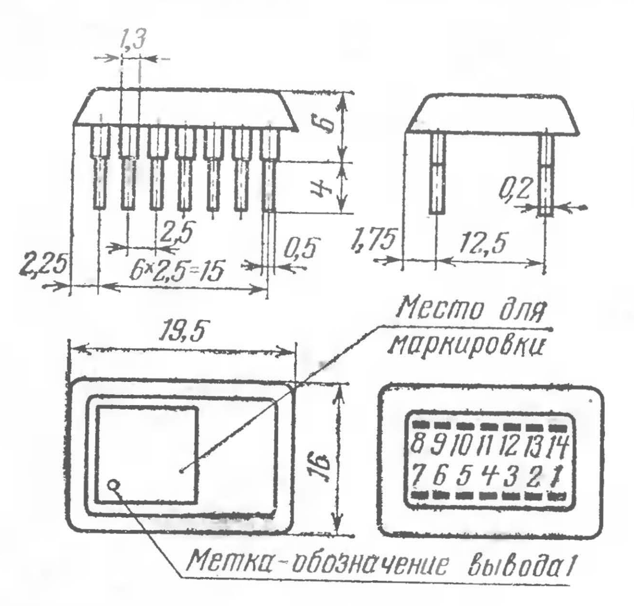


Рис. 1. Габаритный чертеж микросхемы К237

Комплект плат для АМ тракта и усилителя радиовещательных приемников — переносных и автомобильных — состоит из четырех микросхем: К2ЖА371, К2ЖА372, К2УС371 и К2УС372.

МИКРОСХЕМА К2ЖА371

Микросхема К2ЖА371 предназначена для работы в усилителях и преобразователях высокой частоты радиоприемных устройств и состоит из усилителя высокой частоты (с регулируемым коэффициентом усиления) и преобразователя. Ее принципиальная схема (МС1) приведена на рис. 2.

Усилитель ВЧ выполнен на транзисторе *1Т3*. Преобразователь состоит из гетеродина (*1Т4—1Т6*) с внутренней обратной связью и автоматическим регулированием амплитуды колебаний и балансного смесителя на транзисторах *1Т1—1Т2*. Микросхема работоспособна в интервале питающих напряжений от 3,6 до 10 В.

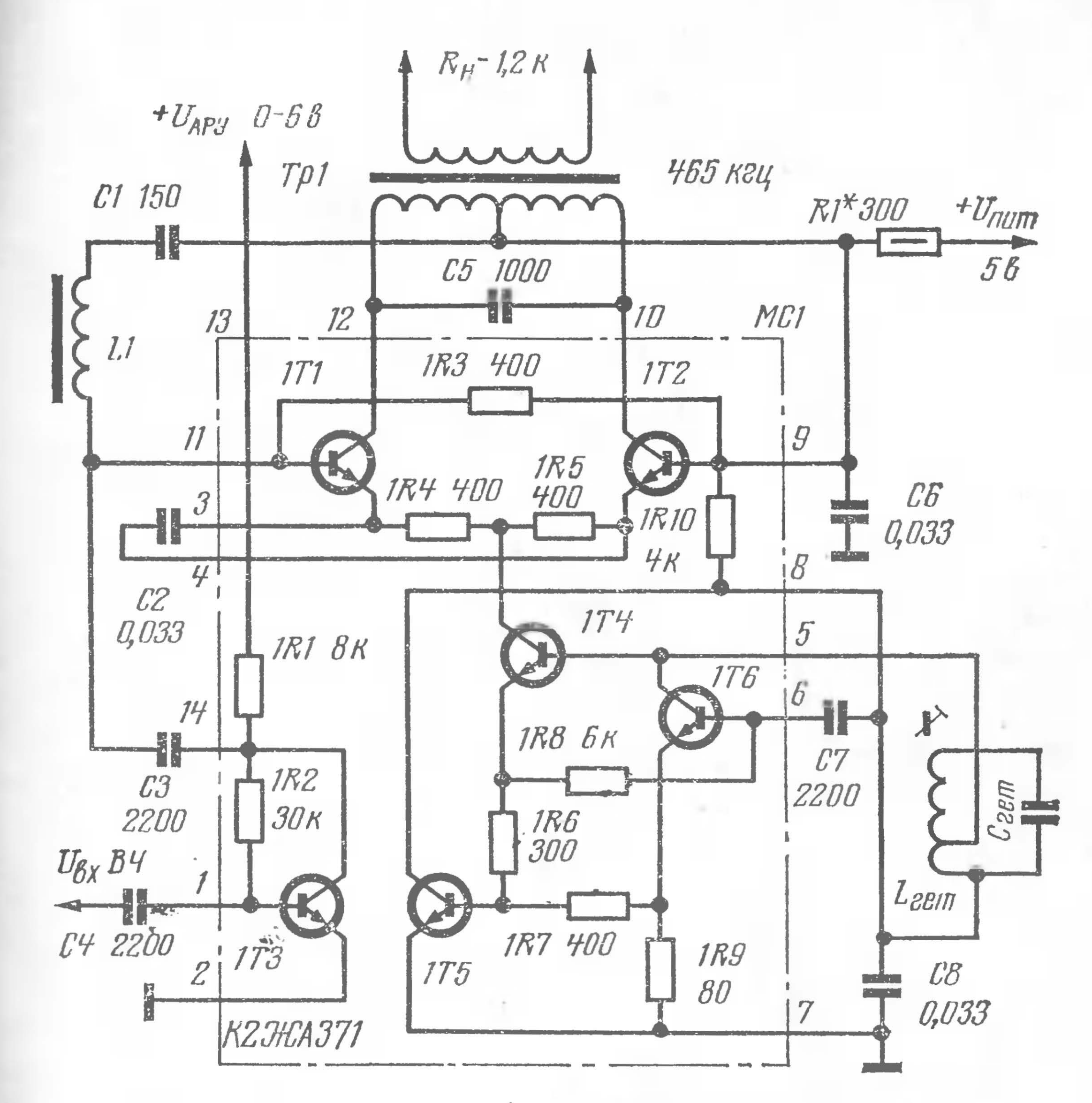


Рис. 2. Принципиальная схема микросхемы К2ЖА371

Основные электрические параметры микросхемы (при напряжения питания U=5 В):

Потребляемый ток $I_{потр}$ мА	2,5—5,0
Диапазон рабочих частот $f_{раб}$ МГц	0,15—15
Коэффициент усиления в режиме преобразования (при R_{oe} между выводами 10 и 12, равным 10 кОм), K	150—350
Уменьшение коэффициента усиления на f = 15 МГц по отношению к усилению на f = 150 кГц, дБ не более	5
Коэффициент шума (на f = 150 кГц), $F_ш$, дБ, не более	6
Напряжение гетеродина (при эквивалентном сопротивлении контура между выводами *5* и *8*, равном 4 кОм), $U_{гет}$, *мВ*	300—450

МИКРОСХЕМА К2ЖА372

Микросхема К2ЖА372 предназначена для усиления и детектиро́вания сигналов промежуточной частоты радиоприемных устройств. Использование микросхемы

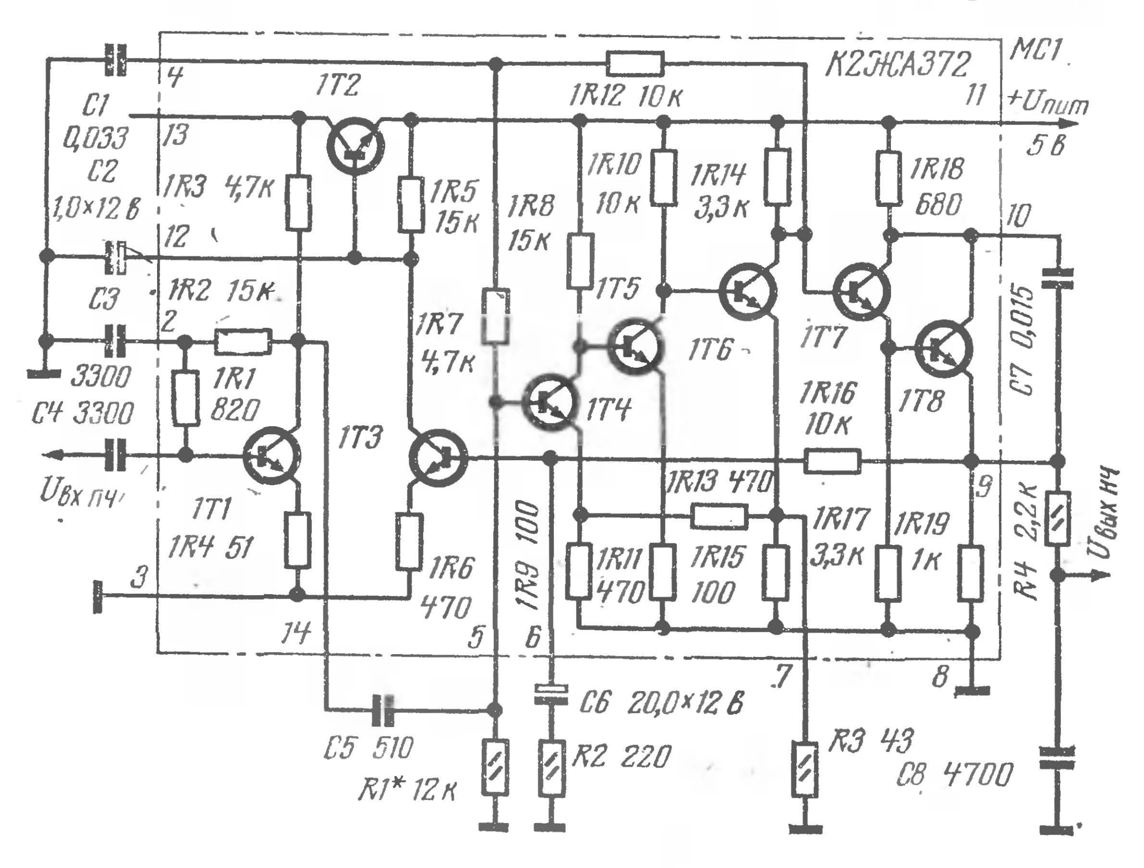


Рис. 3. Принципиальная схема микросхемы К2ЖА372

(МС1) в тракте усилитель ПЧ—АМ детектор показано на рис. 3.

Микросхема состоит из регулируемого усилителя (*1Т1*), основного усилителя (*1Т4—1Т6*), *АМ* — детектора (*1Т7, 1Т8*) и усилителя напряжения АРУ (*1Т2, 1Т3*). Схема работоспособна при напряжении питания в пределах от 3,6 до 6 В.

Основные электрические параметры микросхемы (при напряжении питания $U = 5$ В):

Потребляемый ток, $I_{потр}$, мА, не более	4
Коэффициент усиления (на частоте $f_{пр}$ — 465 кГц), К	1000—2300
Коэффициент нелинейных искажений (для $m = 80\%$, $F = 400$ Гц, $U = 300$ мкВ), %, не более	3

Изменение выходного напряжения при изменении входного в пределах от 0,05 до 3 мВ, дБ, не более	6
Напряжение на выходе системы АРУ при отсутствии входного сигнала, В	3—4,5
Входное сопротивление $R_{вх}$, Ом	430—1000

МИКРОСХЕМА К2УС371

Микросхема К2УС371 предназначена для работы в усилителях низкой частоты радиоприемных и других устройств. Ее принципиальная схема (МС1) показана на рис. 4.

Транзистор *1Т1* обеспечивает стабилизацию рабочей точки бестрансформаторного оконечного усилителя мощности. Усилитель НЧ собран на транзисторах *1Т2—1Т5.*

Основной особенностью микросхемы является режим работы транзисторов усилителя мощности. Они могут работать без начального смещения с малым искажением сигнала как при малых, так и при больших напряжениях усиливаемого сигнала. Это возможно благодаря использованию в усилителе отрицательной обратной связи глубиной 36—55 дБ при сохранении достаточного запаса по устойчивости усилителя. Работа усилителя

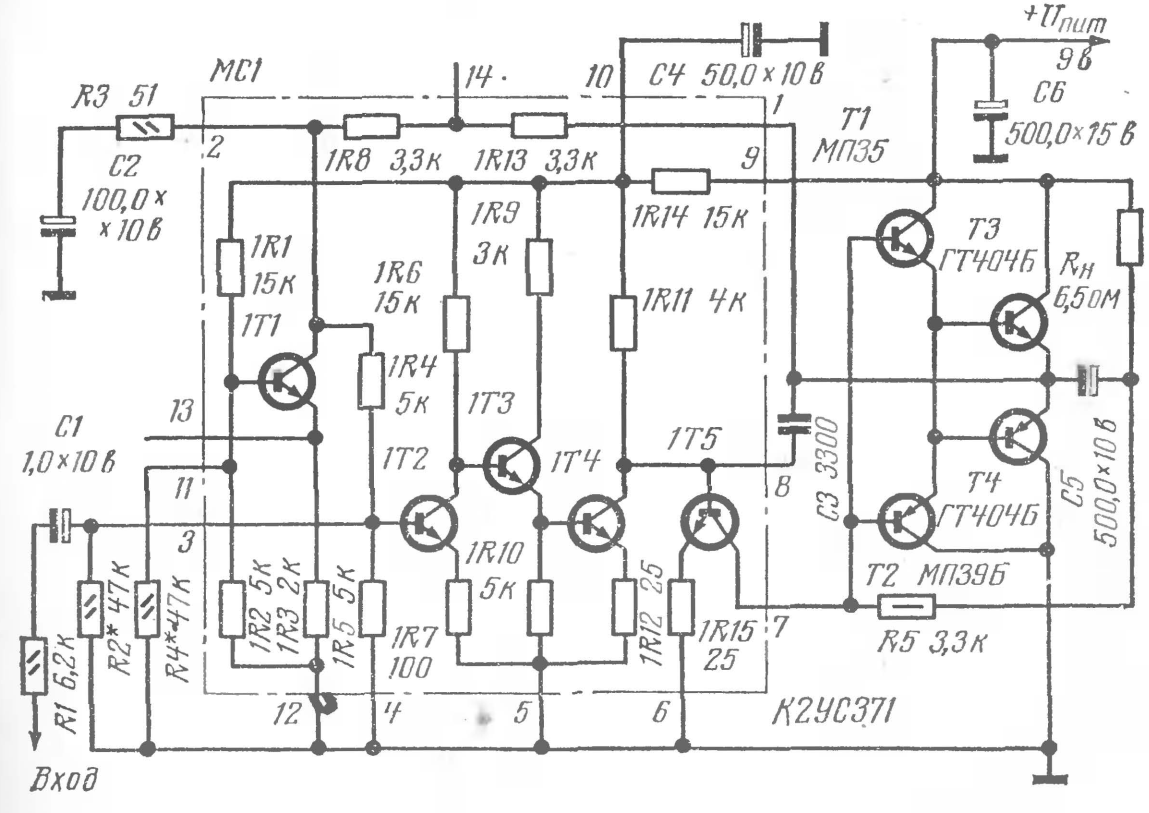


Рис. 4. Принципиальная схема микросхемы К2УС371

мощности без начального смещения обеспечивает высокую температурную стабильность усилителя при малом токе покоя. Микросхема работоспособна при напряжении питания в пределах от 5,6 до 10 В.

Основные электрические параметры микросхемы (при напряжении питания $U = -9$ В):

Номинальное выходное напряжение (при номинальной выходной мощности $P_{вых.\ ном} = 0{,}5$ Вт на нагрузке $R_н = 6{,}5$ Ом), $U_{вых}$, В	1,8
Номинальное входное напряжение, $U_{вх.\ ном}$, мВ	15—30
Коэффициент нелинейных искажений (при $U_{вых} = 1{,}8$ В), %, не более	0,3
Максимальное выходное напряжение, $U_{вых.\ макс}$, В, не более	2,2
Рабочая полоса частот (при неравномерности частотной характеристики 6 дБ), Гц	60—10 000

МИКРОСХЕМА К2УС372

Микросхема К2УС372 предназначена для бестрансформаторных усилителей НЧ радиоприемников, проигрывателей и других устройств.

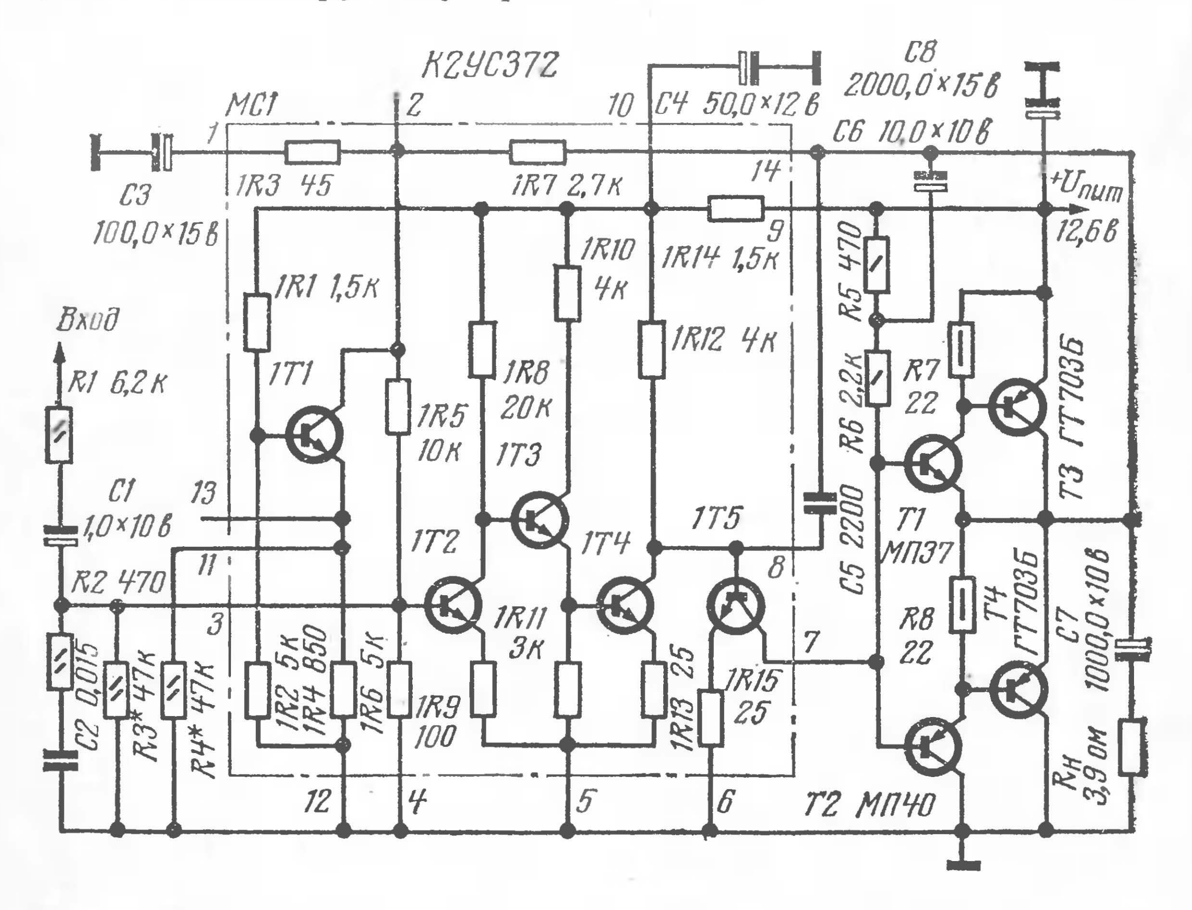


Рис. 5. Принципиальная схема микросхемы К2УС372

По схеме и принципу работы микросхема К2УС372 близка к микросхеме К2УС371. Использование такой схемы (МС1) в бестрансформаторном усилителе НЧ показано на рис. 5.

Микросхема К2УС372 содержит четырехкаскадный усилитель с непосредственной связью и каскад, обеспечивающий стабилизацию рабочей точки выходных каскадов усилителя мощности во всем интервале питающих напряжений. Это создает возможность работы транзисторов усилителя мощности без начального смещения. Микросхема сохраняет работоспособность при напряжении питания в пределах от 6 до 15 В.

Основные электрические параметры микросхемы (при напряжении питания $U = 12{,}6$ В).

Номинальное выходное напряжение (при выходной мощности $P_{вых} = 3$ Вт), $U_{вых}$, В	3,5
Номинальное входное напряжение (при $U_{вых} = 3{,}5$ В), $U_{вх}$, мВ	25—50
Ток покоя, $I_{пок}$, мА, не более	9
Коэффициент нелинейных искажений (при $U_{вых} = 3{,}5$ В), %, не более	1
Рабочая полоса частот (при неравномерности 6 дБ), Гц	50—15 000

Микросхемы К2ЖА371, К2ЖА372, К2УС371 и К2УС372 сохраняют работоспособность при температуре окружающей среды в пределах от минус 30 до плюс 70° С; при относительной влажности воздуха (при температуре плюс 40° С) до 98%; в условиях вибраций с частотой 5—600 Гц и ускорением до 5g, многократных ударов с ускорением до 15 g и линейных (центробежных) нагрузок с ускорением до 10 g.

СОДЕРЖАНИЕ

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

ВЫПУСК 46

Редактор-составитель Э. П. Борноволоков

Редактор Э. И. Меньшенина
Художник В. А. Клочков
Художественный редактор Т. А. Хитрова
Технический редактор М. А. Медведева
Корректор Р. М. Рыкунина

Г-50636. Сдано в набор 21/I-1974 г. Подписано к печати 25/III-1974 г. Изд. № 2/143. Формат $84 \times 108^1/_{32}$. Бумага типографская № 2. Зак. 974. Тираж 350 000 экз. Цена 17 коп. Объем физ. п. л. 2,5=4,2. усл. п. л. Уч. изд. л. 3,92. В $\frac{30404\text{-}050}{072(02)\text{-}74}$ 106-74

Изд-во ДОСААФ, 107066 Москва, Б-66, Новорязанская ул., д. 26

Киевская книжная фабрика республиканского производственного объединения «Полиграфкнига» Госкомиздата УССР, ул. Воровского, 24.

